Untersuchungen an ladinischen Dasycladaceen aus den Nördlichen Kalkalpen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften
der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

ERNST OTT
aus Schloßberg ü. Rosenheim

1963

7554

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547601_0123

Untersuchungen an ladinischen Dasycladaceen aus den Nördlichen Kalkalpen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors

der Naturwissenschaften

der

Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Eberhard-Karls-Universität

zu Tübingen

vorgelegt von

Ernst Ott

aus Schloßberg ü. Rosenheim

1963

RIJKSUNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Tag der mündlichen Prüfung: 26. Juli 1963

Dekan: Professor Dr. G. MÖLLENSTEDT

1. Berichterstatter : Professor Dr. K. MÄGDEFRAU
2. Berichterstatter : Professor Dr. W. GROSS

Fotodruck: Mikrokopie G.m.b.H. München 2, Weinstr. 4

Inhalt.

Vorwort 4

I. Allgemeiner Teil

A. Zielsetzung und Methodik 5
B. Bauplan der Dasycladaceen, Begriffe 6
C. Verkalkung 7

II. Spezieller Teil

A. Dasycladaceen im Wettersteinkalk des Karwendelhauptkammes
1. Lagerungsverhältnisse 9
2. Diplopora annulata SCHAFHÄUTL
a) Systematischer Teil 11
b) Diplopora annulata im Ladin des Karwendelhauptkammes 16
c) Rekonstruktionen 20
3. Gattung Teutloporella PIA
a) Teutloporella herculea (STOPP.) PIA .. 22
b) Teutloporella maxima n. sp. 25
c) Teutloporella peniculiformis n. sp. ... 27
4. Die Sedimentationsbedingungen des Wettersteinkalkes 29

B. Zur Gattung Poikiloporella PIA 1943
1. Poikiloporella duplicata im obersten Ladin des Zahmen Kaisers
a) Abtrennung vom Genus Oligoporella PIA . 31
b) Beschreibung 32
c) Diskussion 33
d) Rekonstruktion 36
2. Probleme der Dasycladaceen-Systematik am Beispiel der Poikiloporella duplicata ... 36

III. Zusammenfassung 38

Literaturverzeichnis 40

Tafelerklärungen 44

Tafeln I - V

Lebenslauf

Vorwort.

Die Skelettröhren von Dasycladaceen sind in alpin-triadischen Kalken nicht selten. Die ersten Publikationen darüber stammen von Alpengeologen.

Obwohl DE BLAINVILLE 1834 schon einen Zusammenhang der damals Dactyloporen genannten Fossilien mit Cymopolia vermutete, wurden diese Kalkröhren in marinen Sedimenten zunächst weiterhin tierischen Organismen zugeschrieben. SCHAFHÄUTL beschreibt als erster 1853 die heutige Diplopora annulata als Bryozoenrest. STOPPANI (1857) hält die gleichen Fossilien für Bohrmuschelgänge, GÜMBEL (1874) für Foraminiferenskelette. Erst 1877 wird die wahre Natur von MUNIER-CHALMAS eindeutig erkannt. Auf ihn und spätere Autoren aufbauend schuf dann PIA (1912, 1920) seine grundlegenden Arbeiten über die fossilen Dasycladaceen.

PIA beschritt neue Wege in der Untersuchung durch Dünnschliffe und durch Vergleich mit rezenten Arten, vor allem mit deren Ontogeniestadien. Er prägte die notwendigen Fachausdrücke, um Gattungen streng definieren zu können, ohne zu weitschweifigen Beschreibungen greifen zu müssen. Ebenso koordinierte er die bis dahin entstandenen zahlreichen Synonyma. PIA blieb seinem Forschungsgebiet zeitlebens verbunden und wurde der beste Kenner der fossilen Kalkalgen. Die vorliegende Arbeit bedient sich der von PIA geprägten Begriffe.

Mein tiefster Dank gilt Herrn Professor Dr. Karl MÄGDEFRAU für die Anregung und geduldige Unterstützung der Arbeit. Unter seiner Anleitung wurde sie im Botanischen Institut der Universität München begonnen, im Institut für spezielle Botanik der Universität Tübingen zu Ende geführt.

Herrn Professor Dr. Erwin KAMPTNER, Wien, danke ich für briefliche Mitteilungen und die leihweise Überlassung einiger Schliffe.

Dem Deutschen Alpenverein und Herrn Curt DIETZ, Stanford, schulde ich Dank für die finanzielle Unterstützung der Geländearbeit.

I. Allgemeiner Teil.

A. Zielsetzung und Methodik.

Hinweise auf Diploporen finden sich in vielen alpingeologischen Arbeiten. Doch wird ein dasycladaceenführender Kalk aus der Trias meist schlechthin als Diploporen- oder Gyroporellenkalk bezeichnet, ob er nun gerade die Gattung Diplopora oder Gyroporella enthält oder nicht.

Die einzige planmäßige Untersuchung eines Dasycladaceenvorkommens in den Nordalpen wurde von PIA 1940 im Höllengebirge durchgeführt. Alle weiteren, auch die von PIA beschriebenen Funde aus den Nordalpen beziehen sich lediglich auf einzelne ihm zugeschickte Handstücke oder gründen auf Sammlungsmaterial, dessen geologisches Niveau oft genug unsicher ist.

Eine eingehendere Untersuchung einer weiteren nordalpinen Lokalität schien daher angebracht. Dieser ist Teil A des Speziellen Teils der Arbeit gewidmet. Das Material dazu wurde im zentralen Karwendel gesammelt, hauptsächlich im örtlichen Karschutt und in den anstehenden Schichten der Birkkar-, Ödkar-, Seekar- und Marxenkarspitze. Es stammt sämtlich aus dem Wettersteinkalk der ladinischen Stufe. - Teil B befaßt sich mit der bisher illegitimen Poikiloporella duplicata PIA (1943), von der im obersten Wettersteinkalk des Zahmen Kaisers bei Kufstein gutes Material gewonnen wurde.

Da eine genaue Bestimmung der Formen nur im Dünnschliff erfolgen kann, wurden 202 nicht zu dünne, 20 bis 50 Quadratzentimeter große Schliffe nach bekannter Methode hergestellt. Eine vorherige Orientierung der Schnitte erübrigt sich, da bei dieser Größe genügend viele Anschnitte in verschiedensten Ebenen erhalten werden. Um die Vorstellung vom räumlichen Aufbau der Schale und vom Habitus der lebenden Pflanze zu ergänzen, eignen sich günstig angewitterte Gesteinsflächen bei Binokularbetrachtung. (Abb.1). Frische Bruch- bzw. Schnittflächen können mit verdünnten Säuren angeätzt werden, doch werden die milden Bedingungen der Verwitterung im Laborversuch nicht erreicht. Die besten Er-

gebnisse wurden mit Monochloressigsäure erzielt. Peals lassen sich nicht anfertigen, da von der organischen Substanz der Algen nichts mehr erhalten ist.

B. Bauplan der Dasycladaceen, Begriffe.

Die Dasycladaceen sind eine rein marine Chlorophyceenfamilie der Ordnung Siphonales. Bei rezenten Arten trägt ein einzelliges großes Stämmchen zahlreiche Astwirtel oder deren Homologe in Form von Fortpflanzungsorganen. Die Zahl der Wirtel kann bei der erwachsenen Pflanze auf nur einen Kranz reduziert sein (Acetabularia), im Laufe der Ontogenie treten aber stets deren mehrere auf. Bei fossilen Arten war die wirtelige Anordnung der Auszweigungen nicht immer gegeben. Erst seit dem Jura sind alle Dasycladaceen wirtelig beästet und verdienen den gebräuchlichen Namen Siphoneae verticillatae.

Um die Stammzelle mit ihren assimilierenden Ästen wurde Kalk ausgeschieden, sodaß ein oft ziemlich dicker, starrer oder gegliederter Kalkzylinder die Pflanze umhüllte. Erhalten ist uns nur dieser Kalkmantel, dessen Steinkern die Form der ehemaligen Hauptzelle wiedergibt, sofern kein zu großer Abstand zwischen Stammzelle und Kalkschale war. Poren im Kalkmantel zeigen die Form und den Verlauf der Äste. Die Systematik der fossilen Dasycladaceen ist allein auf dieses äußere Kalkskelett angewiesen. Die Gesamtgröße des Thallus und der Verkalkungsgrad sind zu sehr von äußeren Bedingungen abhängig und müssen als Kriterien ausscheiden. Als solche bleiben also nur die Gestalt der Stammzelle und die Form, Zahl und Anordnung der Wirteläste. Die Stammzelle kann die Form eines einfachen Stabes haben, die Gestalt einer Keule, einer gestielten Kugel oder einer Perlschnur. Die Poren können den Kalkmantel durchsetzen oder blind in ihm endigen. Wenn sie ihn perforieren, sind sie in der Regel schlank und nach außen verjüngt. Solche Äste liefen wahrscheinlich in ein Haar aus, das außerhalb des Kalkmantels noch verzweigt gewesen sein könnte. Nach PIA heißen sie dann trichophor. In der Schale blind

endigende Äste nennt man phloiphor, wenn sie trichterförmig nach außen erweitert sind und dann abgerundet endigen. Wenn sie die Form gestielter Blasen annehmen, werden sie vesiculifer genannt. Die regellose Verteilung der Äste über die Stammzelle wird als aspondyl beschrieben. Sind die Äste einzeln zu Wirteln geordnet, nennt man die Stellung euspondyl, stehen sie innerhalb der Wirtel noch zu Büscheln gruppiert, heißt diese Anordnung metaspondyl.

C. Verkalkung.

Die rezenten Dasycladaceen verkalken nicht so stark wie ihre fossilen Verwandten. Auch fehlt ihnen die Massenentwicklung, um als Gesteinsbildner noch eine Rolle spielen zu können.

Verschiedene Theorien haben sich mit der Kalkfällung durch Organismen beschäftigt, noch ehe die physikalisch-chemischen Grundlagen erarbeitet waren. Eine Zusammenstellung der älteren Literatur findet sich bei PIA 1934 (S. 30-60). Eine Übersicht über neuere Literatur und Forschungsergebnisse bieten GESSNER (1959) und BUCH (1960), denen die folgenden Angaben entnommen sind.

Die Kalklöslichkeit in Wasser hängt ab von Temperatur, Salzgehalt, p_H-Wert, vom hydrostatischen Druck und vom CO_2-Partialdruck über der Wasseroberfläche. Sie wird herabgesetzt durch Druckentlastung, Temperaturerhöhung und p_H-Anstieg. Diese Bedingungen herrschen im vegetationsreichen Flachwasser der niederen Breiten, wo heute die Dasycladaceen bevorzugt leben: Druckentlastung durch geringe Wassertiefe, hohe Wassertemperaturen, Zunahme der Alkalinität durch CO_2 - Entzug assimilierender Pflanzen. Unter diesen Umständen ist das oberflächennahe Wasser eine übersättigte $CaCO_3$-Lösung, die sich im metastabilen Zustand befindet, weil die Einstellung des Sättigungsgleichgewichtes unendlich langsam erfolgt. Die Kalkfällung durch kalkabscheidende Organismen erfordert daher in dieser übersättigten Lösung keinen Energieaufwand.

Wie auch bei anderen Algen verschleimen bei Dasycladaceen die äußeren Membranlagen. In diesem gallertigen Schleim lagert sich der Kalk ab. Die Algen üben einen artspezifischen Einfluß auf die Modifikation und Zusammensetzung des ausgeschiedenen Karbonates aus. Das Verhältnis von gefälltem $CaCO_3$ zu $MgCO_3$ stimmt innerhalb der gleichen Art an verschiedenen Fundorten besser überein, als bei verschiedenen Arten am gleichen Standort. Es schwankt bei Algen zwischen 40:1 und 8:1. Auch in der Kristallstruktur des ausgeschiedenen Kalkes zeigen sich Unterschiede. Rotalgen scheiden in der Regel Kalzit ab, Grünalgen aber Aragonit, darunter Dasycladaceen wie Acetabularia und Cymopolia. Ungeklärt ist, warum andere Algen am gleichen Standort unverkalkt bleiben.

Selbst wenn ein spezifischer Einfluß der Pflanze auf die Verkalkung nicht zu leugnen ist, scheint es mir aber nicht statthaft, von einer Anpassungsleistung zu sprechen (Schutz gegen Tierfraß und Wellenschlag), die zudem von der Mehrzahl der submers assimilierenden Pflanzen nicht erreicht worden wäre. Der Kalkmantel hemmt die Alge. Kulturversuche zeigen, das sich nicht verkalkende Acetabularien in Erdschreiberlösung besser entwickeln als verkalkende in Seewasser.

Der Wasserbewegung konnte jedenfalls nachgegeben werden, da der chloroplastenfreie Basalteil nicht verkalkte und die Alge somit über dem Rhizoid eine gelenkige Verbindung zur Anwachsstelle hatte. Außerdem war der Kalkmantel zu Lebzeiten kaum ein starres Rohr, wie das heute uns vorliegende rekristallisierte Fossil. Dafür spricht, daß oft Röhrchen verkrümmt, aber unzerbrochen gefunden werden.

II. Spezieller Teil.

Teil A: Dasycladaceen im Wettersteinkalk des Karwendelhauptkammes.

1. Lagerungsverhältnisse.

Der Wettersteinkalk des Karwendelhauptkammes zeigt sich grob gebankt (Abb.2). Er erreicht Mächtigkeiten bis zu 1000 Metern. Im Bruch ist der Kalk hellgrau, hellgelb oder weißlich, feinkristallin, von zuckerkörniger Struktur.

Die Lagerungsverhältnisse der Algen im großen ließen sich am besten bei einigen Begehungen des Nordgrates der Westlichen Ödkarspitze (2711 m) beobachten. Dasycladaceen finden sich durchgehend von 1880 bis 2500 m. Sie lagern in Linsen und weit zu verfolgenden horizontalen Bändern im Wechsel mit scheinbar algenfreien Abschnitten. Die grobe Bankung des Wettersteinkalkes ist jedoch unabhängig von diesen Algenlagen. Meist sind die Dasycladaceenröhrchen an angewitterten Gesteinsflächen gut zu sehen. Dies trifft aber nicht immer zu. So konnte an einem frischen Ausbruch an einer 4 m hohen Bank beobachtet werden, daß das Gestein völlig von Kalkschalen erfüllt war, die sich infolge der leichten Gelbfärbung des umgebenden Sediments erst im Bruch zu erkennen gaben, während die Verwitterungsfläche glatt erschien und auf einen fossilfreien Massenkalk hindeutete. Es wurde daher bewußt von scheinbar algenfreien Zwischenlagen gesprochen.

In dolomitisierten Schichten sind die Kalkschalen so stark umkristallisiert, daß man ihre Umrisse im Schliff nur noch erahnen kann. Eine Bestimmung ist ausgeschlossen. An besonders günstig angewitterten Platten in 2500 m Höhe war noch zu erkennen, daß es sich um gegliederte, mitunter gekrümmte Formen von geringem Durchmesser (2 mm) handelte.

In der Gipfelregion mit ihren dolomitisierten und teils stark gelb eingefärbten Kalken konnten keine Algen mehr festgestellt werden.

An großen Blöcken am Wandfuß ließen sich weitere Einzelheiten der Sedimentationsbedingungen studieren. In den Algenlagen wechseln Zonen gut erhaltener Röhren mit groben Gereibsellagen und feinem Detritus. Häufig sind Algenbänder von rekristallisierten Feinschlammsedimenten über- oder unterlagert. LEUCHS nennt sie Feinschichten. Ihre Mächtigkeit beträgt stets nur wenige Zentimeter. Auch weitere horizontale Ausdehnung scheint ihnen zu fehlen. Die ungestörte Feinschichtung läßt auf ruhige Sedimentation in Kolken und Hohlformen schließen. (Abb. 17). Ferner trifft man Großoolithstrukturen (Abb. 18), die früher als Schwämme beschrieben und für Leitfossilien des Wettersteinkalkes gehalten wurden. Ihre anorganische Entstehung als Hohlraumausfüllungen wird heute nicht mehr bezweifelt. Sekundäre Trümmerlagen aus eigenständigem Kalkmaterial mit Korngrößen bis zu 3 cm Durchmesser, sogenannte endogene Breccien, sind zerstreut in geringer Ausdehnung und Mächtigkeit zu finden. Es handelt sich dabei wohl um spätere Hohlraumschüttungen.

Wichtig für die Rückschlüsse auf den ehemaligen Lebensraum der Dasycladaceen ist die Frage, ob der Einbettungsort auch zugleich der Standort der lebenden Pflanze war. Der Basalteil der Dasycladaceen war astlos und nicht verkalkt. Wir dürfen nicht erwarten, die Algen aufrecht eingebettet zu finden, da beim Absterben des Thallus das Kalkröhrchen umsank. Andererseits konnten die zerbrechlichen Röhrchen und schon gar nicht die in Ringe aufgegliederten Zylinder eine weitere horizontale Verfrachtung unversehrt überstehen. Höchstwahrscheinlich haben wir es bei langen unversehrten Skeletten mit einem autochthonen Vorkommen zu tun. Diese Annahme wird durch den Dünnschliff bestätigt (Abb. 8, 14, 20). Es zeigen sich oft um die Röhrchen kalzitische Umrindungen, die durch sekundäre Hohlraumausfüllungen bei der Diagenese entstanden sind. Diese aus parallelen Kalzitnadeln bestehenden Umkrustungen wachsen aufeinander zu bis zur Berührung oder lassen einen restlichen Hohlraum zwischen sich offen, in den dann freie Kalkspatkristalle ragen. Auch Innenräume der Kalkröhrchen und sonstige Lücken im Sediment sind von solchen "großoolithischen" Bildungen im kleinen erfüllt. Wir haben es also

ursprünglich mit einem sehr lockeren kavernösen Sediment zu tun, das zur Hauptsache aus verstürzten Algenröhren bestand. (Bei zusammengeschwemmten Röhren wäre die Lagerung viel dichter). Die sekundäre Auskristallisation der Hohlräume ist wahrscheinlich erst bei der Hebung des Sediments über den Wasserspiegel erfolgt. Neuere Bohrungen haben gezeigt, daß tiefer liegende Schichten durch den Druck darüber liegender Ablagerungen keineswegs zusammengepreßt werden müssen. Es gehörte zu den überraschendsten Ergebnissen der bisher tiefsten Bohrungen an subrezenten Riffen, die 1952 am Eniwetok-Atoll in den Marshall-Inseln mit 4610 feet (1412 m) und 4222 feet (1287 m) bis auf eozänen vulkanischen Grund niedergebracht wurden, daß einmal 55%, einmal 70% der durchteuften quartären und tertiären Sedimente poröse unverfestigte Lockersedimente waren. Die Gezeitenschwankungen zeigten sich ohne nennenswerte Verzögerung und mit gleicher Intensität im Bohrloch, obwohl dieses bis 600 m Tiefe wasserdicht ausgekleidet war. In den Gesteinsproben waren auch Halimeda-Bruchstücke und stäbchenförmige Algenreste fraglicher Herkunft enthalten (vgl. LADD).

2. Diplopora annulata SCHAFHÄUTL.

a) Systematischer Teil.

Die Gattung Diplopora umfaßt heute alle metaspondylen Dasycladaceen der Trias. Eine zylindrische Stammzelle trägt in Wirteln angeordnete Astbüschel. Die Äste sind meist schräg zur Stammzellenachse nach oben gerichtet.

Diplopora annulata zeichnet sich innerhalb der Gattung durch folgende Merkmale aus:

Stammzelle zylindrisch. Keine Intusannulation, die über mehrere Wirtel hinweggreift. Äußere Skelettgliederung nicht konstant, mitunter fehlend, Skelettringe umfassen mindestens 2 Astwirtel. Trichophore oder phloiphore Äste, innerhalb der Schale nie verzweigt, 3 bis 4 pro Astbüschel.

Der irreführende Gattungsname (Diplopora = Doppelpore) geht auf eine unrichtige Deutung des Porenverlaufs an Längsschnitten zu-

rück, wo es oft den Anschein hat, als würden nur 2 Poren an einem Punkt entspringen (Abb. 6, 7, 10). Daß es in Wirklichkeit 3 oder 4 sind, ergibt sich aus Tangentialschliffen (Abb. 3, 12). Auch die Skelettgliederung in Ringe, auf die das Epitheton annulata hinweisen soll, hat sich nicht als durchgreifendes Merkmal erwiesen.

Diplopora annulata wird im sonst recht fossilarmen Wettersteinkalk der alpinen Trias in weiter Verbreitung gefunden. Nach PIA ist sie das Leitfossil der ladinischen Stufe. Auch im Schlauchkar (nördliches Kar der Birkkar- und Ödkarspitze) ist sie am häufigsten vertreten.

Von diesem Fossil nahm die Erforschung der triadischen Dasycladaceen ihren Ausgang. PIA (1920) spricht von der "am längsten bekannten, häufigsten, - aber auch schwierigsten Art unter den triadischen Diploporen". Man sollte eher sagen, "gerade deshalb" schwierigsten Art. Denn die laufenden Beobachtungen am reichen Fossilmaterial gerade dieser Artgruppe erbrachten wiederholt die Variabilität von Merkmalen, deren Konstanz man an wenigen Schliffen festgestellt zu haben glaubte und gleich zum generischen oder spezifischen Merkmal erhoben hatte. Auch heute kann die Diskussion der Diplopora annulata nicht für abgeschlossen gelten.

Noch 1912 hatte PIA aufgrund der Wirteläste 2 Gattungen unterschieden, indem er Individuen mit trichophoren Ästen zur Gattung Diplopora SCHAFHÄUTL stellte, solche mit vesiculiferen oder phloiphoren aber zur Gattung Kantia PIA, mit der für uns wichtigen Art Kantia dolomitica. Von Diplopora existierten 2 einander ähnliche Arten, Diplopora annulata und Diplopora debilis.

1920 hatte PIA soviel Material der beiden Gattungen untersucht, daß er glaubte, sie wieder zu einer einzigen (Diplopora) vereinigen zu müssen. Denn Kantia und Diplopora unterschieden sich nur in der Astgestalt, stimmten aber in der Form der Stammzelle, in der Skelettgliederung und der Anordnung der Wirteläste überein. Ferner trat Kantia nie für sich allein auf, stets in Begleitung von Diplopora, die allerdings eine weit größere Verbreitung besaß. Und vor allem hatte PIA Übergänge gefunden, die zwischen beiden Astformen vermittelten: "Es gibt nämlich Exem-

plare der vesiculiferen Form, bei denen die Gliederung der Äste in Stiel und Blase und die ganze distale Erweiterung kaum zu erkennen ist, deren Poren allerdings noch außen geschlossen zu sein scheinen." (1920, S. 77).

Zur Art Diplopora annulata schuf PIA in Anlehnung an die 3 früheren Taxa zunächst 3 Varietäten:
Diplopora annulata var. septemtrionalis (früher Diplopora annulata)
Diplopora annulata var. dolomitica (früher Kantia dolomitica)
Diplopora annulata var. debilis (früher Diplopora debilis).

Allen 3 Varietäten gemeinsam war nun die Unterscheidung in eine "forma trichophora" mit durchgehenden, gleichbleibend dünnen Ästen und in eine "forma vesiculifera" mit nach außen deutlich erweiterten oder in Stiel und Blase gegliederten Ästen.

Die beiden "formae" suchte PIA mit einem sexuellen Dimorphismus zu erklären, "ganz analog den beiden Geschlechtern zweihäusiger Arten" (1920, S. 78). Um zu belegen, daß es bei Algen innerhalb einer Art 2 morphologisch verschiedene Individuengruppen geben kann, führt er 3 Beispiele eines heteromorphen Generationswechsels bei rezenten Braunalgen an. Das hat jedoch mit den Verhältnissen bei Diplopora annulata nichts zu tun. Denn es werden hierbei nicht Gametophyten und anders gestaltete Sporophyten postuliert, sondern 2 morphologisch verschiedene Geschlechter der Gametophyten (bei Dasycladaceen gibt es keine ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sporophyten). So ein Fall ist nun bei rezenten Grünalgen nirgends bekannt. Die meist isogamen Gameten der Dasycladaceen sind wohl in Plus- und Minusgameten determiniert, die Pflanzen selbst zeigen jedoch nie einen Dimorphismus. Deshalb ist die These PIAs nicht haltbar. Zudem erklärt sie den fließenden Übergang der Formen ineinander auch nicht.

PIA hatte mit unbeweisbaren Spekulationen eine unglückliche Durchdringung taxonomischer und morphologischer Formengruppen geschaffen, die Zeit seines Lebens unwidersprochen blieb. Erst HERAK (1955) übt Kritik an der PIA'schen Fassung der Diplopora annulata und trachtet nach einer Vereinfachung. Er weist die

These einer sexualen Dimorphie zurück und schlägt vor, der Astgestalt wieder taxonomischen Wert beizumessen, nämlich den einer Unterart. Er vereinigt alle trichophoren Formen zu Diplopora annulata subsp. annulata n. subsp., alle phloiphoren zu Diplopora annulata subsp. dolomitica n. subsp., wobei er für erstere die PIA'sche variatio septemtrionalis in trichophorer Ausbildung, für letztere die phloiphore Form der variatio dolomitica als Typus betrachtet. Die variatio debilis läßt HERAK ohne Begründung fallen.

HERAK überschätzt den systematischen Wert der Astgestalt, weil ihn die unklare Ausdrucksweise PIAs die "Übergänge" nur am Einzelexemplar suchen läßt. Und dabei findet er unter PIAs abgebildeten Schliffen nur einen, der im unteren Teil der längs getroffenen Schale trichophore, im oberen Teil jedoch phloiphore Äste aufweist (1912, T. 6, Fig. 16, ein Schliff, auf den übrigens Pia selber aufmerksam macht). HERAK meint nun, wenn so ein Wechsel in der Astgestalt bisher nur an einem einzigen Exemplar beobachtet worden sei, so sei dies noch kein Grund, der Astgestalt überhaupt keinen taxonomischen Wert mehr beizumessen. - PIA wollte jedoch mit seinen Übergängen Exemplare mit durchgehend gleichen, aber untypischen Ästen verstanden wissen, die weder dem trichophoren, noch dem phloiphoren Typ mit gutem Gewissen zugerechnet werden konnten.

Dieser Übergang vom trichophoren zum phloiphoren Asttyp konnte nun im Schlauchkar am gleichen Biotop durch folgende Reihe bestätigt werden:

Exemplare mit

nach außen verjüngten Poren (Abb. 9),
gleichmäßig schlank durchgehenden Poren (Abb. 7),
schwach nach außen erweiterten, offenen Poren,
kaum nach außen erweiterten, geschlossenen Poren (Abb. 5,6),
deutlich erweiterten phloiphoren Poren (Abb. 10),
gestielten Blasen oder vesiculiferen Poren (Abb. 4).

Nur an einem einzigen Schliff konnte auch der Übergang am gleichen Exemplar beobachtet werden (Abb. 13).

Den Einwand, daß es sich bei den verschiedenen Formen um verschiedene Abschnitte am gleichen Exemplar handelt, stellt schon

PIA, weist ihn aber zurück (1920, S. 84).

HERAK ist zunächst zuzustimmen, wenn er die Aufteilung der Diplopora annulata in 3 Varietäten nicht beibehält. Die Varietät war nur bei reichem Material einer Fundstelle zu bestimmen und nach PIAs eigener Aussage oft nur Geschmackssache. Es genügt darauf hinzuweisen, daß von 67 genannten Fundpunkten der Diplopora annulata (1920) 30 in der Varietät unbestimmbar oder zumindest nicht ohne Vorbehalt mitgeteilt sind.

Jedoch besteht kein Grund, HERAK auch in der Umwandlung der alten PIA'schen formae in neue Subspezies zu folgen. Wenn auch die Erklärung für die beiden Formen nicht zutrifft, die Termini brauchen deshalb nicht verworfen zu werden. Der neutrale Ausdruck forma entspricht dem Wert der beiden Ausbildungsweisen besser als der von der Rezentsystematik her interpretierte Subspeziesbegriff. Überdies ist mit den alten PIA'schen Namen bereits eine morphologische Aussage gemacht, während ein zweifaches "annulata" für eine oft sogar jeder Annulation entbehrende trichophore Diplopora etwas unglücklich wirkt.

Es wird daher vorgeschlagen:
Die 3 PIA'schen Varietäten werden aufgelöst. Es gibt nur noch eine Spezies Diplopora annulata. Trichophore Exemplare können als Diplopora annulata f. trichophora, phloiphore Exemplare als Diplopora annulata f. vesiculifera geführt werden. Die beiden "formae" sind nicht scharf zu trennen, da es einen fließenden Übergang zwischen ihnen gibt.-

Im Falle der Diplopora annulata ist nun der spezifische Wert der Astgestalt aufgehoben. Dies erscheint bedenklich, weil aufgrund gleicher und oft geringerer Unterschiede sonst Gattungen getrennt werden (Macroporella-Gyroporella, Oligoporella-Teutloporella). Weder PIA noch HERAK gingen auf die noch auffallendere Inkonsequenz ein, die dadurch entsteht, daß die übrigen Diplopora-Arten in der alten Fassung beibehalten werden. Zum Beispiel werden Diplopora hexaster und Diplopora helvetica nur an trichophoren und phloiphoren Ästen unterschieden, obwohl sie bei gleichem

geologischem Alter auch sonst völlig übereinstimmen. - Kleinste Unterschiede innerhalb des phloiphoren Asttyps, nämlich gestielte Blasen einerseits, trichterförmig erweiterte Poren andererseits, trennen bei sonstiger Übereinstimmung der Formen einmal nur 3 Varietäten der Art Diplopora subtilis PIA (1935), dann wieder Arten wie Diplopora philosophi von Diplopora annulata f. trichophora.

b) Diplopora annulata im Ladin des Karwendelhauptkammes.

Größenverhältnisse:

Die kleinsten Diploporenröhrchen haben einen äußeren Stammdurchmesser von 0,9 mm, die größten von 8,0 mm. Der Grad der Verkalkung schwankt zwischen 10 % und 70 % des Außendurchmessers. In der Regel wurden nur größere Exemplare untersucht. Ihre Durchschnittsmaße:

Außendurchmesser 4,3 mm
Innendurchmesser 2,7 mm
Verkalkung 37 % des Außendurchmessers.

Der Außendurchmesser der großen Masse aller gefundenen Exemplare beträgt zwischen 2,8 und 3,3 mm.

Gliederung:

Auffallend ist, daß gerade die kleinsten Formen gut gegliedert sind. Die Gliederringe umfassen 2 Astwirtel, selten einmal 1. Die Einschnitte zwischen den Gliedern erreichen fast die Stammzelle. Längere Röhrchen liegen verkrümmt vor. Die bereits stark dolomitisierten Algenreste der Gipfelregion gehören dazu.

Die Diploporen der mittleren Größe sind in der Mehrzahl noch regelmäßig gegliedert. Die Konstanz von 2 Astwirteln kann oft über 10 bis 20 Glieder verfolgt werden. Es kommen jedoch auch unregelmäßig annulierte Formen vor, wo die Gliedhöhe zwischen 1 und 5 Astwirtel schwankt (Abb. 11). Am Scheitelglied nimmt die Höhe sprunghaft zu.

Einige Beispiele von Fragmenten:

Länge in mm	Durchmesser in mm	Anzahl d. Glieder	Sequenz der Wirtel pro Glied
8,3	1,9	10	konstant 2
11,5	3,8	13	konstant 2
30	2,8	23	konstant 2
26	4,3	19	3-3-2-2-4-3-2-2-2-2-2-2-2-2-3-3-3-3-3
5,2	tang.	5	2-1-1-5-3
22	4,3	3+1	4-6-8-etwa 21 Scheitel mit Endglied
28	4,5	3+1	3-8-3-etwa 30 Scheitel mit Endglied

Die Gliederung scheint mit zunehmendem Bodenabstand entbehrlicher zu sein, wie aus den langen Endgliedern und dem Wachsen der Gliedhöhen gegen den Scheitel zu hervorgeht. Oft ist zu beobachten, daß die Furchen zwischen den Ringen nur etwa die Hälfte des Kalkmantels einkerben (Abb. 8). Die Gliederung konnte also keine ökologische Bedeutung gehabt haben. Ebenso kommt es vor, daß sich die Außenränder der Furchen so stark nähern, daß sie verwachsen. Der von außen glatt erscheinende Kalkzylinder zeigt dann im Innern die rudimentäre Gliederung (Abb. 15).

Gänzlich ungegliedert sind gerade die längsten Exemplare: 42,5 mm bei 4,9 mm Durchmesser, 45 mm bei 5,9 mm Durchmesser. Beide sind trichophor, der Scheitel ist dabei nie zu sehen. Ebenso wissen wir nichts über die Länge des bodennahen unverkalkten Abschnittes. Die lebenden Algen können also gut 5 bis 6 cm hoch gewesen sein. Gegliederte Exemplare haben wohl die gleichen Längen erreicht; sie zerfielen beim Absterben der organischen Substanz leichter und werden daher nur in kürzeren Bruchstücken gefunden.

Stammzelle:

An angewitterten Kalkröhrchen, bei denen der Steinkern ganz oder zum Teil herausgebrochen ist (Abb. 1), und an Schliffen, wo das Kalkskelett der Stammzelle dicht anlag (Abb.7,9) läßt sich manchmal erkennen, daß die Astwirtel auf leichten Ringwülsten der Stammzelle stehen. Einem Wulst der Stammzelle entspricht eine Rinne in der Kalkschale, die die Perforation durch die Äste zeigt (Abb. 1). In der Rekonstruktion einer trichophoren Form ist dies berücksichtigt (Abb. 45), obwohl viele Schliffe diese Wellenskulptur des Stämmchens nicht zeigen. PIA erwähnt sie (1912, S.48), zeichnet die Stammzelle und die Innenfläche der Schale jedoch glatt.

Wirteläste:

Sie können trichophor oder phloiphor sein oder einem Übergangstyp angehören. Dem phloiphoren Typ wird auch der vesiculifere zugerechnet, da zwischen gestielten Blasen und einfacher trichterförmiger Erweiterung mit folgender Abrundung kaum eine Grenze zu ziehen ist. In Abb. 4 kommt beides nebeneinander vor.

An Tangentialschliffen läßt sich die Gruppierung der Äste zu Büscheln und ihre Anzahl in einem Büschel schön erkennen, wenn der Schliff der Stammzelle nahe der Eintrittsstelle der Äste parallel läuft (Abb. 12). Mediane Längsschliffe zeigen die Konvergenz der Äste auf einen Punkt hin nur, wenn die Schale der Stammzelle dicht anlag, sodaß der Verlauf der Poren lange genug zu verfolgen ist. Bei vesiculiferen Arten ist dies selten der Fall, weil zwischen den angeschwollenen Ästen weniger Raum für Kalkabsatz bleibt und das Skelett nach innen zu lückenhaft wird. Bei den meisten Formen der Gattung Gyroporella liegt der Fall ebenso. Es kann sich dabei auch um ungegliederte vesiculifere Diploporen handeln (vgl.PIA 1920 S.35) oder aber um Poikiloporella duplicata (vgl. S.35).

Die kleinen gut gegliederten Formen der Diplopora annulata scheinen stets trichophor zu sein. Die Poren sind zwar nur in den seltensten Fällen zu erkennen, da sie offenbar sehr dünn gewesen sind. Doch deutet eine andere Erscheinung auf trichophore Äste hin, die hauptsächlich an solchen Zwergformen beobachtet wird, und die bisher nicht beschrieben wurde (Abb. 19). Die Verkalkung folgt den Ästen weit nach außen. Die zweifellos nach außen verjüngten Äste münden auf der Spitze kleiner Kalkkegel. Die Kalkschale war außen bestachelt. Wahrscheinlich waren die Äste in ein Haar verlängert. Abb. 16 zeigt einen Schnitt durch den Scheitel einer kleinen Diplopora annulata, der mit seinen feinen Kalkspitzen für diese Annahme beweisend erscheint.

Die an die Astgestalt anknüpfenden taxonomischen Fragen sind bereits im systematischen Teil behandelt.

Es war zunächst überraschend, daß die vesiculifere Form der Diplopora annulata im Karwendel häufig vorkommt. Denn sie war aus den Nordalpen bisher nur in einem einzigen Exemplar aus dem Höllengebirge (PIA 1920, T. 5, Fig. 17) und als Seltenheit aus dem

Wettersteinkalk der Salmgruppe bekannt. Bald stellte sich jedoch heraus, daß es im Karwendel einen fließenden Übergang von der trichophoren Astform zur phloiphoren gibt. Die gefundenen Porenformen sind in Abb. 44 zusammengestellt. Es ist unnötig, diese Übergangsformen eigens zu benennen. Für den Geologen ist entscheidend, daß Diplopora annulata in der allgemeinsten Fassung ein Leitfossil des Ladins bleibt, daß trichophore und phloiphore Exemplare nebeneinander vorkommen und eine weitere Untergliederung des Ladins nicht erlauben.

Der Wechsel in der Astgestalt wird mit einem Wechsel in der Fortpflanzungsweise in Zusammenhang gebracht. Bei den rezenten diploiden Dasycladaceen stehen die Fortpflanzungs"organe" an den Seitenästen. Es werden Gametangien angelegt. Meist enthalten sie primär Cysten, aus denen dann unter Reduktionsteilung Gameten gebildet werden. (Dasycladus bildet direkt Gameten, keine Cysten). Acetabularia enthält pro Gametangium (Schirmstrahl) an die hundert Cysten. Nach OLTMANNS schalten die Dasycladaceen ein Ruhestadium an einer "falschen" Stelle ein, die Ruhezeit wird in die Gametangien verlegt statt in die Zygote. Diese keimt nämlich nach der Gametenkopulation sogleich aus zu einer primär einkernigen Pflanze.

Bei triadischen Dasycladaceen sind die Fortpflanzungscysten nur an einigen Exemplaren einer Diplopora phanerospora gefunden worden (PIA 1920, S. 59). Dort liegen sie in der Stammzelle, nicht in Seitenästen. Sie sind erhalten, weil sie primär oder sekundär mit Kalk inkrustiert wurden. Bei Diplopora annulata ist nichts dergleichen bekannt.

Bei trichophoren fossilen Dasycladaceen vermutet PIA endospore Fortpflanzung, d.h. Cystenbildung in der Stammzelle. Bei phloiphoren soll die Cystenbildung auf die Seitenzweige übergegangen sein, auf Kosten der Dicke der Stammzelle. Von einer Reduktion des Stammdurchmessers der phloiphoren Form der Diplopora annulata gegenüber der trichophoren ist jedoch nichts zu bemerken. Wohl aber ist bei rezenten Formen die Stammzelle relativ dünner als bei endosporen fossilen Arten.

Wahrscheinlich ist mit dem Wechsel vom trichophoren zum phloiphoren Asttyp ein Wechsel vom endosporen zum cladosporen Fortpflanzungstyp verbunden. Nebenher wurden wohl weiterhin Cysten in der Stammzelle produziert, worauf das weite Lumen der Zelle hindeutet. Übrigens kann auch bei Acetabularia die Cystenbildung bei ungenügender Ernährung bereits im Stiel, ja sogar in den Rhizoiden erfolgen, wobei auch dort normal kopulierende Gameten erzeugt werden (vgl. PIA 1937, S. 1024). Das macht ein nicht streng festgelegtes Verhalten bei Diplopora annulata wahrscheinlicher. Die Annahme eines sexuellen Dimorphismus erübrigt sich dabei. Sie steht zudem im Widerspruch zur Isomorphie rezenter Arten.

Dasycladaceen schreiten nur einmal zur Gametenbildung und sterben dann ab. Dasselbe galt wohl auch für fossile Arten. Die Gameten konnten aus den vom Kalkmantel umhüllten Gametangien nur in das Lumen der Stammzelle hinein frei werden, also nur ausschwärmen, wenn die Pflanze abgestorben war. Das Ruhestadium im Gametangium scheint durch die Verkalkung aufgezwungen zu sein.

c) Rekonstruktionen.

PIAs Rekonstruktionen von 1912 sind in einem Punkte nicht zutreffend: an der Stammzelle treten nicht - wie gezeichnet - längere astfreie Abschnitte auf. Die regelmäßige Aufeinanderfolge der Astwirtel wird durch die Skelettgliederung nicht gestört.

Von den beiden Formen wurden neue Rekonstruktionen gezeichnet. Diplopora annulata f. trichophora, gegliedertes Exemplar, Abb. 45.

Es ist nur das Kalkskelett dargestellt. Die oberen 3 Glieder zeigen den medianen Längsschnitt. Jedes Glied umfaßt 2 Astwirtel, wie dies bei gegliederten Formen am häufigsten der Fall ist. Die Ringfurchen schließen sich, ehe sie die Stammzelle erreichen. Der schraffierte Ring des obersten Gliedes deutet die Verwachsungsstelle zweier Skelettglieder an. Die Astbüschel stehen auf Ringwülsten der Stammzelle. Im Schnitt sind (meist) nur 2 Äste eines Büschels sichtbar. In der Regel sind es 4, seltener 3, wie die Perforation der Außenfläche der unteren Glieder zeigt. Das Skelett ist einem Satz ineinander gestellter Schüsseln vergleichbar. -

Diplopora annulata f. vesiculifera, Abb. 46

Dieser Rekonstruktion liegt hauptsächlich ein besonders schön herausgewittertes Stück einer vesiculiferen Diplopora zugrunde, das Abb. 15 zeigt, und zu dem zunächst folgendes bemerkt sei:

Ein dickwandiger Kalkzylinder ist von einem größeren dünnwandigen konzentrisch umgeben. Der verbleibende Zwischenraum ist durch schrägstehende Septen in regelmäßigen Abständen gekammert. Diese Septen sind im Schnitt linsenförmig. Sie werden durch zwei feine Kalklamellen gebildet. Es sind dies die Begrenzungswände einer Ringfurche, deren Außenränder wieder verwachsen sind. Jedes Glied umfaßt 2 Astwirtel. Die Abgangsstellen der Astbüschel sind am inneren Zylinder der Stammzelle noch zu sehen.

Die Äste müssen von phloiphorer Gestalt gewesen sein, denn sie haben außen eine Rindenschicht gebildet, deren äußere Verkalkung den dünnwandigen Zylinder hinterließ. Neben dem rechten unteren Ende des Stämmchens erkennt man ein Fragment dieses Außenzylinders; man sieht das Wabenmuster der Innenfläche mit einem ansitzenden Rest einer Septe, die den Boden eines Gliedes bildete. Der Kalk zwischen den Wirtelästen ist herausgewittert.

In der Rekonstruktion Abb. 46 zeigen die oberen 4 Wirtel das Kalkskelett im Längsschnitt. Die Ringfurchen sind außen und innen zugewachsen. Der mittlere Abschnitt zeigt die Stammzelle ohne Kalk mit den seitlichen 4-zähligen Astbüscheln (die vorderen entfernt). Nach unten folgt eine Ansicht, in der nur die äußerste Kalkschicht entfernt ist, um die Rindenschicht der Astblasen zu zeigen, deren Abdruckmuster der Innenfläche des Außenzylinders eingeprägt ist. Die Pflanze war völlig in den zuunterst dargestellten glatten Kalkzylinder eingehüllt.

3. Gattung Teutloporella PIA.

a) Teutloporella herculea (STOPP.) PIA 1912
= Teutloporella aequalis (GÜMB.) PIA 1920.

Ein Blick auf Geschichte und Merkmale beider Arten zeigt, daß T. aequalis illegitim ist und zu T. herculea gestellt werden muß:

1871 beschreibt GÜMBEL u. a. aus einem mutmaßlich triadischen "Wetterlingkalk von Rohrbach" eine Gyroporella aequalis, die einer von STOPPANI bereits 1857 veröffentlichten Gastrochaena herculea aus Esino gleicht.

1895 führt SALOMON anhand GÜMBEL'scher Originale im Vergleich mit Esino-Material den Nachweis, daß es sich um dieselbe Art gehandelt hatte: "Ich kann infolgedessen mit grosser Sicherheit behaupten, was Gümbel bereits vermuthete, dass die herculea Stopp. und aequalis Gümb. identisch sind, somit letztere, weil später benannt, einzuziehen ist" (SALOMON 1895, S. 128). Er nennt das Fossil nun Diplopora herculea Stopp. spec..

In der von PIA 1912 neubegründeten Systematik wechselt das Genus zu Teutloporella.- Zu T. herculea rechnet PIA 1912 auch die GÜMBEL'schen Schliffe aus jenem Wetterlingkalk von Rohrbach. Außerdem stellt er eine der T. herculea sehr gleichende, neue Art auf, T. gigantea. Es ergab sich jedoch, daß T. gigantea mit den Esino-Exemplaren der Spezies herculea identisch war. 1920 zog also PIA die T. gigantea zugunsten der T. herculea ein. Für das von ihm bereits 1912 unter T. herculea beschriebene Material hielt er es aber nun "für das einfachste, den GÜMBEL'schen Namen wieder aufzunehmen", also T. aequalis (1920, S. 40).

Daß PIA den längst verworfenen Namen einer konsequenten Vereinigung mit T. herculea vorzog, nimmt umso mehr wunder, wenn man in seiner Literaturbesprechung zu GÜMBEL (1912, S. 70) liest: "12. Gyroporella aequalis. Zu Teutloporella. Wie Gümbel selbst vermutet und Salomon nachgewiesen hat, ist diese Art mit Stoppani's Gastrochaena herculea identisch. Letzterer Speziesname hat

die Priorität." - Ohne eine Aufteilung pro parte vorzunehmen, führt PIA nun die Gyroporella aequalis GÜMB. in der Synonymliste unter T. aequalis wie auch unter T. herculea auf.

T. aequalis soll im Vergleich zu T. herculea eine dickere Schale und stärker nach innen erweiterte Poren besitzen. Dies erscheint fraglich, wenn man die Rekonstruktionen beider Arten betrachtet (1912, S. 37, 38) und die angegebenen Maße vergleicht:

Nach PIA:	T. herculea (1912 sub gigantea)	T. aequalis (1912 sub herculea)
Äußerer Durchmesser in mm gr. - mittl. - kl.	7,2 - 6,0 - 4,6	7,1 - 5,5 - 4,8
Innerer Durchmesser in mm gr. - mittl. - kl.	4,6 - 4,3 - 4,0	3,9 - 3,0 - 2,2
Innerer Durchmesser in % des äußeren	1912: 67 - 78 %	52 - 63 %
	1920: 49 - 90 %	---
Poren im dicksten Teil in mm	0,23	0,20
Poren auf 1 Querschnitt	ca. 33	ca. 60

Den Außendurchmesser gibt STOPPANI mit 5 - 8 mm an, GÜMBEL mit 6 - 8 mm bei einer Porenzahl von 36 pro Querschnitt.

Die Abmessungen der T. aequalis liegen im Rahmen der T. herculea, wenn man von der Porenzahl pro Querschnitt absieht. Die Äste sind bei diesen Teutloporellen schräg nach oben gebogen. In einem Querschnitt erscheinen demnach auch Poren, die von unten her in die Schnittebene eindringen. Gezählt werden sollten jedoch nur diejenigen Poren, die direkt an der Stammzelle entspringen. Dort sind sie auch am dicksten, bei T. aequalis also

0,2 mm. Ein durchschnittlicher innerer Durchmesser von 3,0 mm ergibt einen Umfang von 9,72 mm. 60 Poren von 0,2 mm Weite aneinander gereiht nehmen eine Strecke von 12 mm ein. Deshalb erscheint die Zahl 60 zu hoch gegriffen, da zudem die Poren hier nicht in Wirteln angeordnet, sondern regellos über die Stammzelle verteilt sind.

Die von BYSTRICKY (1957, T. 3 abgebildeten Schliffe der T. herculea und T. aequalis gleichen sich völlig und bestätigen damit, daß es nicht nur der Nomenklaturregeln wegen geboten ist, die T. aequalis einzuziehen.

Zusammen mit Diplopora annulata wurde T. herculea im Wettersteinkalk nie gefunden, wohl aber an folgenden gleichfalls ladinischen Fundorten:

Karwendel: Nordkante der Laliderspitze,
Karwendel: Gipfel und Westflanke der Speckkarspitze, Verbindungsgrat zum Bettelwurf,
Kaisergebirge: Ellmauer Tor.

Dazu kommt zum Vergleich ein von PIA 1920 gesammeltes und bestimmtes Handstück aus der Rax (Habsburg-Haus).

Das Material (Abb. 25) stimmt mit PIA's jüngster Beschreibung und seinen Abbildungen überein (1940, T. 5).

Außendurchmesser	7,0 - 6,1 - 5,3 mm
Innendurchmesser	4,8 - 3,8 - 3,0 mm = 62 % d. äußeren

Die Exemplare gehen nie über 7 mm Durchmesser hinaus. Sie sind relativ dünnschalig. Nie werden mit ihnen im gleichen Handstück andere Algen gefunden. Auch das von PIA bereits erwähnte lückenhafte Skelett konnte manchmal beobachtet werden. Die Poren sind schlank, trichophor, konkav-bogenförmig nach oben verlaufend. Eine basale Verdickung, die man als Sporangium deuten könnte, wurde nie beobachtet.

Merkwürdig ist, daß T. herculea noch nie mit Diplopora annulata zusammen festgestellt wurde, obwohl beide für die ladinische Stufe typisch sind und kein fazieller Unterschied ihrer Vorkommen zu erkennen ist.

Den mir vorliegenden Handstücken gemeinsam ist ein bitumreicher Kalk, der nicht die helle Farbe des Diplopora annulata führenden Wettersteinkalkes besitzt. Es fällt auf, daß die Schalen noch dunkler gefärbt sind als das umgebende Sediment, oft nahezu schwarz. Als Erklärung für die sich ausschließenden Vorkommen bietet sich an, daß T. herculea in sauerstoffärmeren Wasser vegetieren konnte als Diplopora annulata. Doch gibt PIA (1943, S. 93) ein massenhaftes Auftreten gerade der letzteren Art in dunklen tiefladinischen Kalken der Salmgruppe an.

Für die Verbreitung der beiden Arten in den Nordalpen gilt noch die Regel, daß T. herculea einen Streifen am Südrand der Nördlichen Kalkalpen einnimmt und gegen Norden von Diplopora annulata abgelöst wird. Zu zwei Stellen, wo bisher ein Übergreifen der Verbreitungsgebiete beobachtet wurde - Gutensteiner Berge, Höllengebirge - gesellt sich nun noch das Karwendel, wo T. herculea an der Nordkante der Laliderer Spitze in der gleichen tektonischen Einheit weiter nördlich gefunden wird als Diplopora annulata an der Südflanke der Birkkarspitze.

b) Teutloporella maxima n. sp. .

Zusammen mit Diplopora annulata und der später zu besprechenden Teutloporella peniculiformis kommt im hellen Wettersteinkalk des Schlauchkares eine auffallende Teutloporella vor, die T. herculea an Größe weit übertrifft und eine dickere Schale besitzt. Es handelt sich um die bisher größten triadischen Dasycladaceenskelette. Die Durchschnittsmaße liegen noch über den Extremwerten der T. herculea:

	Außendurchmesser	Innendurchmesser
Größtes Exemplar	11,0 mm	6,9 mm
Kleinstes Exemplar	6,2 mm	2,3 mm
Durchschnitt	8,8 mm	4,6 mm = 52 %

Die trichophoren Poren messen im innersten, dicksten Teil um 0,23 mm (0,17 - 0,25 mm). Sie stehen regellos verteilt, nicht in Wirteln. Auf einen Querschnitt zählt man 28 - 36. Auf ein längs

getroffenes Schalenstück von 30 mm Länge kommen 65 - 70 angeschnittene Poren.

Die Wandstärke beträgt im Durchschnitt 2,1 mm (1,7 - 2,4 mm)! Sehr oft ist die Verkalkung gegen innen lückenhaft, der Innenrand der Schale erscheint wirr ausgefranst und lückig-gezähnt. Mitunter sind auch von außen her Lücken in das Skelett eingerissen (sekundär?).

Das Skelett ist ein gerades starres Rohr. Hinweise für eine Keulengestalt haben sich nicht ergeben. Meist sind nur isolierte Wandtrümmer erhalten (Abb. 14), die eine Länge von 35 mm erreichen. Abb. 27 zeigt ausgewitterte Exemplare.

Größe und Verkalkungsgrad allein würden noch keine Abtrennung von T. herculea rechtfertigen. Die Trennung erfolgt aufgrund des unterschiedlichen Vorkommens. Solange T. herculea nur für sich allein gefunden wird, in Begleitung von Diplopora annulata dagegen nur solche Riesenformen gefunden werden, die nicht durch Mittelgrößen zu T. herculea überleiten, scheint eine eigene Spezies - T. maxima - angebracht zu sein. Die Bildung einer Subspezies ist in diesem Falle grundsätzlich zu verwerfen. T. herculea müßte dann ein weiteres gleichlautendes Epitheton mitschleppen. Der Speziesbegriff ist hier nur eine Gruppierungshilfe und kann mit dem Artbegriff der Rezentsystematik nicht gleichgesetzt werden.

Diagnose: Gerade, dickwandige Röhren. Durchmesser 6,2 - 11,0 mm, Lichtung 2,3 - 6,9 mm. Poren: aspondyl gestellt, trichopnor, konkav-bogenförmig nach oben gekrümmt, pro Querschnitt 28 - 36.

Erhaltung: Kalzit

Vorkommen: Wettersteinkalk, alpine Trias, ladinische Stufe. Zusammen mit Diplopora annulata SCHAFHÄUTL.

Locus typicus: Schlauchkar (Karwendelgebirge) 2100 m.

Typus: Schliffsammlung Inst. f. spez. Botanik Tübingen Nr. A 1 - 3. (laut Code 1961, Art. 9 setzt sich der Typus aus mehreren Individuen zusammen).

c) Teutloporella peniculiformis n. sp. .

Diese neue Spezies kommt im Ladin des mittleren Karwendel häufig und stets mit Diplopora annulata zusammen vor. Die Art entging wohl deshalb den bisherigen Beobachtern, weil meist nur trichterförmige Bruchstücke des Skeletts vorliegen, die erst in Verbindung mit seltenen langen Thallusabschnitten gedeutet werden konnten. Doch auch in ihren Trümmern ist die Art gut gekennzeichnet durch die Vielzahl dünner, dicht gepackter Poren, die meist steil nach oben gestellt sind und mit der Längsachse einen Winkel von durchschnittlich 48 Grad (34 - 74 Grad) einschließen.

Schlanke, unverzweigte Äste lassen an der Zuordnung zur Gattung Teutloporella keinen Zweifel. Durch die dichte Stellung der Äste ergibt sich bei deren Verkalkung keine kompakte Schale, sondern ein von zahlreichen Poren durchsetzter schwammiger Kalkmantel.

Die Poren verlaufen geradlinig (Abb. 20, 22 oben) oder in leicht konkaven (Abb. 23) oder konvexen Bögen (Abb. 21). Sie stehen in Wirteln zu 9 - 15 in einem Querschnitt. Ihr Durchmesser schwankt um 0,06 mm. Die Wirtel folgen unmittelbar aufeinander. Wirtelfreie Abschnitte von geringer Höhe treten in unregelmäßigen Abständen längs der Stammzelle auf. Sie bedingen das Zerbrechen in trichterförmige Stücke (Abb. 20, 22, 23, 14).

Die Stammzelle war ein dünner Schlauch von 0,15 - 0,28 - 0,4 mm. Sie erscheint oft weiter, weil die Verkalkung der Äste nicht an deren Basis reicht. Auch an Querschnitten trichterförmiger Trümmer kann ein übermäßig weites Lumen der Stammzelle vorgetäuscht sein, wenn der Schliff durch den V-förmigen Ausschnitt geht.

Der Außendurchmesser schwankt zwischen 1 0 und 5,4 mm. Längstes Bruchstück: 13,7 mm.

Der fuchsschwanz- oder flaschenbürstenförmige Habitus der lebenden Pflanze wird durch den Schliff (Abb. 21, 22) hier so gut wie sonst nirgends bei fossilen Dasycladaceen wiedergegeben, sodaß auf eine Rekonstruktion verzichtet werden kann. Die Merkmale schließen eine Verwechslung mit anderen Teutloporellen aus.

Diagnose:
Form fuchsschwanzartig. Zusammengesetzt aus unmittelbar aufeinanderfolgenden Wirteln von je 9 - 15 haarförmigen, unverzweigten Ästen. Bisweilen unperiodisch auftretende Lücken von 0,1 - 0,5 mm Höhe in der Wirtelfolge. Deutliche Schrägstellung der 0,05 - 0,06 - 0,10 mm starken Poren.
Außendurchmesser: 1,0 - 3,34 - 5,4 mm.
Durchmesser der Stammzelle: 0,15 - 0,28 - 0,40 mm.
Erhaltung: Kalzit.
Vorkommen: Wettersteinkalk, ladinische Stufe. Zusammen mit Diplopora annulata und Teutloporella maxima.
Locus typicus: Schlauchkar, 2100 m, Karwendelgebirge.
Derivatio nominis: Nach lat. peniculus, i = Bürste, Tierschwanz zum Reinigen von Gefäßen.
Typus: Schliffsammlung Inst. f. spez. Botanik, Tübingen, Nr. A 4-8.

4. Die Sedimentationsbedingungen des Wettersteinkalkes (vgl. Kap. 1. Lagerungsverhältnisse).

Der Wettersteinkalk wird meist als triadischer Riffkalk bezeichnet. Mit dem Wort Riff verbindet sich die Vorstellung von einem Korallenriff. Von einem solchen kann man bei den gut gebankten Kalken des Karwendelhauptkammes nicht sprechen. (Abb.2) Korallenriffe zeigen keine horizontale Gliederung.

Die den Schichtfugen parallel laufenden Algenbänder deuten auf weite ebene Sedimentationsböden hin, für die der Ausdruck "Algenrasen" (nicht Algenriff) angebracht erscheint (vgl. PIA 1940, S. 242 und MÄGDEFRAU 1956, S. 227 und 1959, T. 9).

Außer den Dasycladaceen beteiligen sich am Aufbau der Kalke keine anderen Fossilien in nennenswerter Weise. Im Schliff werden 45 % der Fläche von Röhrenquerschnitten eingenommen, fast ebensoviel fällt auf sekundäre Hohlraumkristallisationen und kalzitische Umrindungen der Röhrchen, der Rest ist Detritus. In dem reichen Material aus dem Hauptkamm konnte nur einmal eine cyclische Einzelkoralle der Gattung Thecosmilia gefunden werden. Die Erhaltung war vorzüglich; es kann nicht sein, daß etwa vorhandene Korallen durch Umkristallisation von Aragonit in Kalzit unkenntlich geworden wären. (Es ist anzunehmen, daß auch die fossilen Dasycladaceen wie die rezenten primär Aragonit bildeten).

Ausgedehnte Algenfelder, die ausschließlich von jetzigen Dasycladaceen gebildet werden, sind nicht bekannt. Der Lebensort heutiger Dasycladaceen zeichnet sich durch reines ungetrübtes Wasser von hohem Salzgehalt und hoher Temperatur aus. Die Wassertiefe übersteigt kaum 50 m (HÄMMERLING gibt Neomeris aus 50 m, Acicularia aus 30 m Tiefe an). Korallen sind stets mit ihnen vergesellschaftet. Kalkalgen können sogar die Vorherrschaft über Korallen gewinnen; es handelt sich dabei aber nicht um Dasycladaceen, sondern um flachkrustige Rotalgen (Lithothamnien). Weniger widerstandsfähige pflanzliche Kalkbildner bevorzugen die der Brandung abgewandte Riffseite oder die hinter dem Riff liegende Flachwasserzone. Sie sind auch nicht so sehr auf Wasserbewegung angewiesen, wie Korallen, deren Freßpolypen stets frische Nahrungszufuhr

nötig haben. Die Kalkschalenreste von Halimeda bilden den wesentlichsten Bestandteil der Lagunensedimente auf Curaçao (HÄMMERLING 1944).

Als Sedimentationsraum für die gut gebankte algenreiche Fazies des Wettersteinkalkes wird eine ausgedehnte Flachwasserzone mit tropischem oder subtropischem Klima angenommen, deren Grund von Algenfeldern bedeckt war. Da die Algenbänder und -linsen über einen Abschnitt von 600 m Mächtigkeit zu finden sind und keine terrigenen Zwischenlagen eingeschaltet sind, muß sich der Sedimentationstrog in steter Senkung befunden haben. Das Algenwachstum hat damit Schritt gehalten. - Stärkere Wasserbewegung war stellenweise vorhanden. Gereibsellagen und Detritus deuten darauf hin. Für ruhige Sedimentation von feinstem Detritus in kleineren Hohlformen spricht das häufige Auftreten von Feinschichten.

Rein größenmaßstäblich bietet sich als rezenter Vergleich die Flachwasserzone hinter dem Großen Wallriff an der Ostküste Australiens, die bei 20 - 50 m durchschnittlicher Wassertiefe eine Breite von über 150 km erreicht.

Zur Begleitfauna gehören neben der einzelnen bereits erwähnten Koralle noch steil aufgewundene Gastropoden bis 7 cm Höhe, deren mit Drusen erfüllte Gehäusewindungen im Bruch manchmal zu sehen sind. Die innige Verbindung mit dem umgebenden Kalk verhindert ein Freipräparieren und Bestimmen. Ferner finden sich in den Schliffen oft Foraminiferen vom Typ der Gattung Nodosaria.

Der mächtig entwickelte Wettersteinkalk des Karwendelhauptkammes zählt nach AMPFERER zur Karwendeldecke, die von Süden her auf die Lechtaldecke überschoben ist. Den Stirnrand dieser Überschiebungsdecke stellt der dem Hauptkamm nördlich vorgelagerte Parallelkamm dar. Auffallend ist, daß der Wettersteinkalk dieses Kammes aber eine andere Fazies zeigt. Die Bankung ist nicht so ausgeprägt, Großoolithe sind im Schutt häufiger zu finden, auch Korallen (Thecosmilien). Trotz wiederholter Begehungen zwischen Bäralpelkopf und Lackenkarspitze konnten nirgends Dasycladaceen gefunden werden. -

Teil B. Zur Gattung Poikiloporella PIA.

1. Poikiloporella duplicata im obersten Ladin des Zahmen Kaisers.

a) Abtrennung vom Genus Oligoporella PIA.

Im Jahre 1943 hat PIA das Genus Poikiloporella aufgestellt, ohne aber eine Diagnose beizugeben. In seiner letzten Arbeit (1943) erwähnt er lediglich, daß er Poikiloporella duplicata schon 1920 unter Oligoporella duplicata beschrieben habe. Im übrigen verweist er auf eine in Vorbereitung befindliche phycopalaeontologische Studie, die eigens den Kalkalgen der Salmgruppe gewidmet sein sollte. Infolge seines Ablebens ist diese Schrift nicht mehr erschienen.

Aus dem obersten Ladin des Zahmen Kaisers (Vorderkaiserfeldenhütte, Naunspitze-Südflanke, Hinterkaiserfeldenalpe, Steingrube) ließ sich genügend Material sammeln, um eine Beschreibung dieser monotypischen Gattung nachholen zu können. Zum Vergleich dienten 11 Originalschliffe PIA's aus der Sammlung des Naturhistorischen Museums Wien, von den oberladinischen Fundorten Almthal (Salzkammergut) und Steinalpe (Steiermark).

Die Art Poikiloporella duplicata kann nicht weiter unter Oligoporella geführt werden, weil die weitaus meisten Exemplare gar nicht trichophor sind. Zwar ist die für Oligoporella typische basale Anschwellung der Äste und auch die nachfolgende Verjüngung stets vorhanden, doch es folgt darauf eine zweite Anschwellung zu einem Bläschen, das den Ast blind innerhalb der Kalkschale endigen läßt. Eine solche Astgestalt kommt sonst nirgends bei Dasycladaceen vor. Sie rechtfertigt ein neues Genus.

Ganz vereinzelt - vor allem bei kleinen Exemplaren unter 1 mm Durchmesser - finden sich im gleichen Material noch typische "Oligoporella"-Äste. Solche Äste haben wohl PIA 1920 veranlaßt, die Spezies doch zu Oligoporella zu stellen, obwohl ihn beunruhigte, daß "die Poren ..... im distalen Teil manchmal unregelmäßig geformt und auffallend weit sind." (1920, p. 49) Wie die abgebildeten Schliffe zeigen (1920, T. II, fig. 23 - 29), war PIA's Material

von 1920 schlecht erhalten. Die Übereinstimmung der unveröffentlichten Originale späteren Datums mit den Funden aus dem Zahmen Kaiser ist jedoch so eindeutig, daß an der Identität der Fossilien nicht gezweifelt werden kann. Zudem hat PIA noch 1942 drei ihm von Professor MÄGDEFRAU zugeschickte Schliffe von Vorderkaiserfelden als Poikiloporella duplicata bestimmt.

b) Beschreibung
(descriptio generico-specifica lt. Code, Art. 42).

Stammzelle: Zylindrisch, gerade gestreckt. Ihr Umriß kann als Innenskelett erhalten sein. (Auch isolierte Innenskelette findet man).
Äste: Einer basalen Anschwellung von 0,20 - 0,25 mm Durchmesser folgt ein zweites Bläschen, das den Ast innerhalb der Kalkschale abschließt. Das distale Bläschen kann nur halb so groß wie das basale sein. Der Ast erinnert dann in seiner Form an einen Spielkegel. Oft wird jedoch die Größe des basalen Bläschen erreicht, wobei der Ast die Form einer kurzen achterförmigen Hantel erhält. Zwischen den Anschwellungen ist immer ein längerer verdünnter Halskanal vorhanden, nicht ein enger Porus, der "Zellen" trennt, wie etwa bei Diplopora hexaster oder bei rezenten Dasycladaceen.
Anordnung der Äste: Die Äste stehen senkrecht zur Längsachse, in der Regel auf Lücke in dicht aufeinander folgenden Wirteln. Vertikaler Wirtelabstand 0,2 - 0,3 mm. Die Anordnung der Poren auf Lücke ist nicht streng, alternierende und opponierende Stellung der Blasen können im gleichen Tangentialschliff wechseln. Ein Wirtel umfaßt 11 - 30 Poren, im Durchschnitt 18. Die Endblasen zeigen kuppenförmige Vorwölbungen an der Außenfläche des Kalkmantels (Abb. 30, 34).
Größenverhältnisse:

	Außendurchmesser	Innenskelett
Größtes Exemplar	3,75 mm	nicht erhalten
Kleinstes Exemplar	0,60 mm	0,15 mm
Durchschnitt	1,71 mm	0,49 mm

Besonderheit: Einige Exemplare zeigen an den Außenflächen einen auffälligen Bewuchs (Bryozoen ?) (vgl. Abb. 36).

Vorkommen: Oberster Wettersteinkalk, noch unmittelbar unter den Raibler Schichten.
Erhaltung: Kalzit.
Locus typicus: Untere Hinterkaiserfeldenalpe 1485 m, Zahmer Kaiser.
Typus: Schliffsammlung Inst. f. spez. Botanik Tübingen Nr. A 9-16.

c) Diskussion.

Wie schon bei Diplopora annulata läßt sich auch bei Poikiloporella duplicata ein Übergang von trichophorer zu phloiphorer Astgestalt beobachten, der durch folgende Stadien markiert ist:

Trichophore Oligoporella-Poren, meist an Zwergexemplaren (Abb. 41)
Flaschenförmige Poren mit weiter distaler Öffnung (Abb. 39)
Spielkegelförmige Poren, kleine geschlossene Endblase (Abb. 31,38)
Hantelförmige Poren mit 2 gleich großen Blasen (Abb. 33)
In Ausnahmefällen kann bei hantelförmigen Poren die Einschnürung fehlen, sodaß sackförmige Poren entstehen (Abb. 42).

Ein Übergang von trichophoren zu hantelförmigen Poren ist zwar nie an ein und demselben Exemplar beobachtet worden, jedoch sprechen folgende Tatsachen für die Entwicklungsrichtung von trichophor nach phloiphor:

1. Analogie bei Diplopora annulata, wo dies auch an 2 Einzelstücken festgestellt wurde,
2. die Ontogeniestadien der Wirteläste bei Neomeris,
3. das häufigere Auftreten von "Oligoporella"-Ästen an Kümmerexemplaren.

Eine Beobachtung PIA's an Oligoporella prisca (1912, T. V, Fig. 1, Text S. 42-43, Fig. 14, 15), die einen Übergang von phloiphorer nach trichophorer Astgestalt erklären soll, ist nicht zwingend. Der fragliche Tangentialschliff verbreitert sich nach unten, d.h. er verläuft nicht parallel zur Längsachse, sondern nähert sich unten der Stammzelle. Bei der Annahme einheitlich trichophorer Oligoporella-Äste ergibt sich das gleiche Bild. Die Poren sind unten im proximalen, dickeren Teil durchschnitten.

1957 bildet BYSTRICKY (T. V, Fig. 6, 7) aus dem obersten Ladin des Slowakischen Karstes 2 Schliffe ab, die dem in Abb. 40 ge-

zeigten Schliff einer trichophoren Poikiloporella aus dem Zahmen Kaiser genau entsprechen. Er verwendet noch den Namen Oligoporella duplicata.

In der Tat kann man über die Benennung dieser "Oligoporella"-Formen geteilter Meinung sein. Die trichophore Form könnte weiterhin Oligoporella duplicata heißen, mit dem erläuternden Zusatz, daß sie mit Poikiloporella duplicata zusammen vorkommt und durch fließende Übergange mit ihr verbunden ist. Dies würde dem Bestimmungsschlüssel der triadischen Siphoneen wie auch der Gepflogenheit in der Paläobotanik entsprechen, verschiedene Erhaltungszustände, Ontogeniestadien oder Trümmer ein und derselben Art mit jeweils verschiedenen Binomina als Formgattungen zu führen. Dies ist jedoch in der Systematik der fossilen Dasycladaceen bisher nicht üblich gewesen. Und da auch bei Diplopora annulata die verschiedenen morphologischen Stadien im rezenten Sinne als eine einzige Art gefaßt werden, empfiehlt es sich, hier genau so zu verfahren und die Bezeichnung "Oligoporella duplicata" für trichophore Poikiloporella-Stadien zu verwerfen.

Gegen alle anderen Spezies der Gattung Oligoporella sind diese trichophoren Poikiloporellen ohnehin gut abgegrenzt, denn bei keiner Oligoporella stehen die Astwirtel lückenlos aneinander an der Stammzelle aufgereiht. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist das geologische Niveau: Die Gattung Oligoporella geht nicht über das Anis hinaus. Poikiloporella duplicata scheint dagegen nur im höchsten Ladin vorzukommen, wo Diplopora annulata bereits fehlt.

An der Hinterkaiserfeldenalpe konnte Poikiloporella duplicata noch unmittelbar unter den Raiblerschichten nachgewiesen werden. Die ausgeprägte Bankung der algenreichen Fazies des Karwendelkalkes fehlt ihm. Auch findet sich Poikiloporella duplicata nie so prächtig herausgewittert und in solchen Massen wie Diplopora annulata im Karwendel. Zur Begleitfauna zählen Foraminiferen und vereinzelte kleine Gastropoden. Es konnte nicht festgestellt werden, daß Poikiloporella duplicata im tieferen Ladin von Diplopora annulata abgelöst wird, wie dies in der Salmgruppe von PIA beobachtet wurde. Von LEUCHS und AMPFERER wird zwar Diplopora annulata als Fossil im Wettersteinkalk des Kaisergebirges angegeben.

Doch konnte ich nur Teutloporella herculea an entsprechender Stelle im südlichen Flügel der Kaisermulde finden (Ellmauer Tor). -

Bei Oligoporella werden die basalen aufgetriebenen Astteile als Gametangien gedeutet. - Bei Poikiloporella kann man nun beide Anschwellungen oder nur die distalen als Gametangien auffassen. Jedenfalls entgeht man nicht der Frage, warum Pflanzen in so verschiedenen Entwicklungsstadien verkalkt sind. Eine Denkmöglichkeit wäre, daß die Verkalkung mit der Verschleimung der Zellmembran zusammenhängt, und daß diese Verschleimung in einem bestimmten Lebensalter der Pflanze ein kritisches Stadium erreicht, unabhängig vom Differenzierungsgrad der Alge. Damit wäre wenigstens erklärt, warum die undifferenzierten "Oligoporella"-Äste nur selten und bevorzugt an Kümmerexemplaren auftreten.

Bei Poikiloporella fehlt oft der Kalkabsatz zwischen den dicht stehenden basalen Porenblasen, sodaß nur ein Ring verkalkter Endblasen erhalten ist (Abb. 34). Solche Schliffe sind dann von einer Gyroporella nicht zu unterscheiden. Zwar ist das Innenskelett noch oft vorhanden, doch hat dies keine systematische Bedeutung, da es auch bei Gyroporella ampleforata (PIA 1912, T. II) in gleicher Ausbildung vorkommen kann. Die durch vorgewölbte Endblasen entwickelte Außenskulptur der Kalkzylinder ist gerade auch bei Gyroporella festgestellt. - Aus diesem Grunde ist es möglich, daß die nach ausgewitterten Abdrücken beschriebene Gyroporella verticillata KAMPT. aus dem Opponitzer Kalk mit Poikiloporella duplicata identisch ist (vgl. KAMPTNER 1948, S. 78-82, T. XI, Fig. 1-3). Die Merkmale jener Abdrücke (Durchmesser 0,7 - 1,2 mm, 13 - 24 Poren pro Querschnitt, eng aufeinander folgende Wirtel vesiculiferer Endblasen) passen auffallend gut zu Poikiloporella duplicata. Der dolomitisierte Kalk des Handstückes läßt keine Analyse durch Schliffe zu, ohne welche die eindeutige Zugehörigkeit zu Gyroporella oder Poikiloporella nicht bewiesen werden kann. Solange diese Frage nicht geklärt ist, kann Poikiloporella duplicata nicht als Leitfossil für das höchste Ladin angesehen werden. Der Fall ist ein Beispiel für die Unzulänglichkeit einer Dasycladaceenbestimmung ohne Schliffe und ohne ausreichendes Material.

Der Erhaltungszustand der Poikiloporella kann noch eine weitere Gattung vortäuschen, nämlich das Paragenus Griphoporella. Wenn sich die Verkalkung nur auf die äußersten Membranen der terminalen Blasen erstreckt, (Abb. 32) ergeben sich Schliffbilder, die - für sich allein betrachtet - auf Griphoporella curvata schließen lassen (vgl. PIA 1920, T. III, fig. 17 - 21).

d) Rekonstruktion (vgl. Abb. 47)

Vom Kalkskelett der Poikiloporella duplicata ist von oben nach unten dargestellt: ein halber Querschnitt, ein medianer Längsschnitt, eine Außenansicht. Die feinen Verbindungsporen von den Ästen zur Stammzelle, die in der Zeichnung das kompakte Innenskelett durchsetzen, sind im Schliff nicht zu sehen. Die Außenansicht der verkalkten vorgewölbten Endblasen erklärt ihren unterschiedlichen Abstand im Längs- und Querschnitt.

2. Probleme der Dasycladaceen-Systematik am Beispiel der Poikiloporella duplicata.

Die Verhältnisse bei Poikiloporella duplicata führen uns mehr noch als bei Diplopora annulata an die Grenzen der PIA'schen Gattungstrennung, überhaupt an die Grenzen der gültigen Systematik.

3 Faktoren bestimmen diese Systematik: ein morphologischer, ein ökologischer, ein stratigraphischer.

1912 lagen PIA von disjunkten Fundstellen jeweils nur wenige Schliffe oder Handstücke vor. Er konnte die Systematik allein nach morphologischen Gesichtspunkten aufbauen, deren wichtigster die Astgestalt war. Eine trichophore Form (Diplopora) gehörte demnach zu einer anderen Gattung als eine phloiphore, im übrigen aber völlig gleiche Form (Kantia).

1920 schon kam mit zunehmendem Material gleicher Fundstellen die Variationsbreite einer Spezies immer mehr zur Geltung und erschütterte die Konstanz von bisher spezifisch erachteten mor-

phologischen Merkmalen. Dieser ökologische Faktor mußte zur Systematik herangezogen werden, weil die offensichtlichen verwandtschaftlichen Beziehungen im morphologischen Trennungsverfahren nicht erfaßt wurden, in einem von der Rezentsystematik mitbestimmten System aber notwendig erschienen.

Auch unter stratigraphischem Aspekt wurde die Systematik geformt. Es ist leicht verständlich, daß man geneigt ist, die der Diplopora annulata sehr ähnliche Diplopora philosophi als eigene Spezies abzutrennen, weil sonst der stratigraphische Wert der ersteren als Leitfossil des Ladins verlorenginge.

Die Systematik sollte also nicht nur die Aufteilung der Formenfülle nach einem Bestimmungsschlüssel erlauben, sie sollte auch das Gerüst für ein Phylogeniegebäude liefern und noch stratigraphischen Ansprüchen genügen. Zugleich mit den steigenden Forderungen verwischten und überschnitten sich die Kriterien der Trennung. Dies sei hier nur einmal an den triadischen Gattungen aufgezeigt:

Die Annulation des Skelettes dehnt sich auf 3 Gattungen aus: Teutloporella, Physoporella, Diplopora. Bei Diplopora annulata ist sie nie konstant, sie kann sogar fehlen. Auch die wirtelige Anordnung der Poren (Euspondylie) ist kein generisches Merkmal. Sie tritt innerhalb sonst aspondyler Gattungen auf (Teutloporella, Gyroporella ?). Das wichtigste und letztlich einzige Kriterium, die Astgestalt, wechselt sogar innerhalb einer Spezies (Diplopora, Poikiloporella). Lediglich die Metaspondylie besitzt als Merkmal durchgreifenden Wert und kommt nur der Gattung Diplopora zu.

Am Beispiel der Poikiloporella duplicata sehen wir, daß aufgrund verschiedener Astgestalt und Erhaltungsweise die Individuen einer einzigen Spezies auf 4 verschiedene Gattungen verteilt werden könnten.

Ein einzelner Kalkzylinder, der nichts weiter als verkalkte distale Endblasen zeigt und Inserierung und basale Gestalt der Äste nicht erkennen läßt, ist nahezu wertlos. Er läßt die Wahl zwischen Gyroporella, Poikiloporella, Diplopora, evtl. auch Griphoporella, und ist also nur im Zusammenhang mit besser erhaltenem Material der gleichen Fundstelle zu verwenden.

Die Systematik kann nicht geändert werden, weil das Fossilmaterial eben nur spärliche morphologische Hinweise gibt. Als Konsequenz zeigt sich aber, daß man nicht auf einen oder zwei Schliffe oder auf ein angewittertes Einzelexemplar eine neue Spezies gründen darf, wie dies schon oft genug geschehen ist.

III. Zusammenfassung.

1. Die fossile Algenflora des Wettersteinkalkes im Schlauchkar (Karwendel) enthält 3 Dasycladaceen-Spezies: Diplopora annulata SCHAFHÄUTL, Teutloporella maxima n. sp., Teutloporella peniculiformis n. sp..

2a) Bei Diplopora annulata besteht ein fließender Übergang von der trichophoren zur vesiculiferen Astform. Dieser Übergang ist nur zweimal am gleichen Individuum festgestellt. In der Regel sind die Exemplare einheitlich typisch oder einheitlich untypisch beästet.

b) Der Übergang vom trichophoren zum vesiculiferen Asttyp wird mit einem Übergang von endosporer zu cladosporer Gametenbildung in Zusammenhang gebracht.

c) Ein sexueller Dimorphismus des Gametophyten, wie PIA ihn annimmt, ist unwahrscheinlich und kann zur Erklärung der Übergangsformen nicht herangezogen werden.

d) Die PIA'schen 3 Varietäten werden mit HERAK aufgelöst. Der Umwandlung der PIA'schen "formae" in 2 anderslautende Subspezies durch HERAK wird jedoch nicht gefolgt. Es gibt demnach 2 Formen:
Diplopora annulata SCHAFHÄUTL f. trichophora PIA.
Diplopora annulata SCHAFHÄUTL f. vesiculifera PIA.
Die beiden Formen sind durch Übergänge verbunden.

e) Für den Geologen ist entscheidend, daß Diplopora annulata in der allgemeinsten Fassung ein Leitfossil des Ladins bleibt. Eine weitere Untergliederung der ladinischen Stufe aufgrund verschiedener Ausbildung des Skelettes oder der Astgestalt ist jedoch nicht möglich.

3. Teutloporella aequalis (GÜMBEL) PIA 1920 ist illegitim und muß zu Teutloporella herculea (STOPPANI) PIA 1912 gestellt werden.

4. Teutloporella maxima n. sp. übertrifft die ihr nahestehende Teutloporella herculea bedeutend an Größe und Wandstärke. Sie wird nur mit Diplopora annulata zusammen gefunden. Dagegen schließen sich Teutloporella herculea und Diplopora annulata in ihren Vorkommen innerhalb der ladinischen Stufe aus.

5. Eine neue ladinische Teutloporella von fuchsschwanzförmigem Habitus wird als Teutloporella peniculiformis n. sp. beschrieben.

6. Der Wettersteinkalk des Karwendelhauptkammes ist im untersuchten Bereich Seekarspitze-Kaltwasserkarspitze grob gebankt und stellenweise ganz von Dasycladaceenröhrchen erfüllt. Als Sedimentationsraum wird eine ausgedehnte Flachwasserzone angenommen, deren Grund von Algenrasen bedeckt war.

7. Für das Genus Poikiloporella PIA 1943, bisher als "nomen nudum" bestehend, wird aufgrund von Funden aus dem obersten Ladin des Zahmen Kaisers eine Beschreibung geliefert. Poikiloporella duplicata PIA umfaßt neben wenigen trichophoren Individuen (bis 1943 als Oligoporella duplicata PIA 1920 bezeichnet) in der Hauptsache versiculifere Exemplare mit eigenartigen, hantelförmigen Poren.

Literaturverzeichnis

AMPFERER, O., Die Reliefüberschiebung des Karwendelgebirges. Jb. Geol. Bundesanst. 78, S. 241-256, Wien 1928.

- - Geologischer Führer für das Kaisergebirge. Mit Karte. Geol. Bundesanst. Wien 1933.

ANDREE, K., Das Meer und seine geologische Tätigkeit. In: SALOMON, Grundzüge der Geologie I, S. 361-533, Stuttg. 1924.

- - Geologische Tätigkeit der Organismen. Ebenda, S. 715-790.

BLAINVILLE, H.M.D. de, Manuel d'Actinologie ou de Zoophytologie. Paris 1834. (Zit.n. PIA 1920).

BUCH, K., Kohlendioxyd im Meerwasser. In: Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd. V, Teil 1, S. 47-62. Berl.-Gött.-Heidelb. 1960.

BYSTRICKÝ, J., Beitrag zur Kenntnis der Diploporen der Gemeriden-Trias. (Slowakisch m. deutsch. Zusammenf.). Geologický Sborník Slovenskej Akadémie Vied VIII, 2, S. 226-241, T. 3-7, Bratislava 1957.

Code - siehe LANJOUW, J..

CORRENS, C.W., Einführung in die Mineralogie. Berlin 1949.

DEECKE, W., Ueber einige neue Siphoneen. N. Jb. Min. etc. 1883, Bd. I, S. 1-14, Stuttg. 1883.

ENDO, R., Phylogenetic relationships among the calcareous algae. Science Reports Saitama University 1961, Series B, S. 1-52, Urawa (Japan) 1961.

FOTT, B., Algenkunde. Jena 1959.

GESSNER, F., Hydrobotanik Bd. II, Berlin 1959.

GÜMBEL, C.W., Die sogenannten Nulliporen, Teil II. Abh. Königl. Bay. Akad. Wiss. 11, 1874, 1. Abt. (1871), S. 229-290, T. 1-4.

HARTMANN, M., Die Sexualität. 2. Aufl. Stuttg. 1956.

HÄMMERLING, J., Zur Lebensweise, Fortpflanzung und Entwicklung verschiedener Dasycladaceen. Arch. Protistenk. 97, S. 7-56, 1944.

HERAK, M., Some problems in the dasyclad genus Diplopora. Micropaleontology 3, S. 49-52, 1957.

JANCHEN, E., Referat über PIA: Neue Studien. Bot. Zentralbl. 120, S. 149-150, Jena 1912.

JOHNSON, J.H., An introduction to the study of rock building algae and algal limestones. Quart. Colorado School Mines 49, No. 2, 177 S., Golden (USA) 1954.

JURASKY, K., Die Schliffmethoden in der Paläobotanik. In: ABDERHALDEN, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 4, S. 253-284, Berlin 1931.

KAMPTNER, E., 1948: Gyroporella verticillata nov. spec. , eine neue Dasycladacee aus der Obertrias des Lunzbergstollens bei Lunz (Niederösterreich). Abh. Geol. Bundesanst. Wien 26, Heft 1, S. 79-82, T. 11, Fig. 2-3, Wien.

- 1956: Über ein Vorkommen der Dasycladaceen-Spezies Griphoporella curvata (Gümbel) Pia in der Obertrias der nördlichen Kalkalpen. Verh. Geol. Bundesanst. Wien, S. 143-146 . Wien.

- 1958: Über das System und die Stammesgeschichte der Dasycladaceen (Siphoneae verticillatae). Ann. Naturhist. Mus. Wien 62, S. 95-122. Wien.

KRÄUSEL, R., Die paläobotanischen Untersuchungsmethoden. 2. Aufl. Jena 1950.

LADD, H. S. etc., Drilling on Eniwetok Atoll, Marshall Islands. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. 37, No. 10, S. 2257-2280, 1953.

LANJOUW, J., Internationaler Code der Botanischen Nomenklatur. Utrecht 1961.

LEUCHS, K., Die geologische Zusammensetzung und Geschichte des Kaisergebirges. Zeitschrift Ferdinandeum Innsbruck, III. Folge, 51, S. 49-137, 1907.

- 1928: Beiträge zur Lithogenesis kalkalpiner Sedimente. N. Jb. Min., Beil.-Bd. 59, Abt. B, S. 357-430, T. 25-36, Stuttg..

- 1932: Feinschichten, Gleitfaltung, Algenrasen und Trümmerlagen im Wettersteinkalk. Chemie der Erde 7, S. 95-112, Jena.

MÄGDEFRAU, K., Paläobiologie der Pflanzen. 3.Aufl. Jena 1956.

- - Vegetationsbilder der Vorzeit. 3. Aufl. Jena 1959.

MUNIER-CHALMAS, Observations sur les Algues calcaires appartenant au groupe des Siphonées verticillées (Dasycladées Harv.) et confondues avec les Foraminifères. Comptes rend. Ac. sc. Paris 85, S. 814-817, 1877.

OLTMANNS, F., Morphologie und Biologie der Algen. 2. Aufl. Bd. I, Jena 1922.

PIA, J., 1912: Neue Studien über die triadischen Siphoneae verticillatae. Beitr. z. Paläontol. u. Geol. Oest.-Ung., Bd. 25, S. 25-81, Wien u. Leipzig.

- 192o: Die Siphoneae verticillatae vom Karbon bis zur Kreide. Abh. zool.-bot. Ges. Wien, Bd. 11, Heft 2.
- 1922: Einige Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die Geschichte der Siphoneae verticillatae. Zschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre 30, S. 63-98.
- 1924: Geologisches Alter und geographische Verbreitung der wichtigsten Algengruppen. Österr. botan. Zschr. 73, S. 174-190.
- 1926: Pflanzen als Gesteinsbildner. 355 S. Berlin.
- 1927 a: Abteilung Thallophyta. In: HIRMER, Handbuch der Paläobotanik, Bd. I, München und Berlin.
- 1927 b: Neue Beobachtungen über die geologische Verbreitung fossiler Kalkalgen. Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. 64, S. 92-94.
- 1928 a: Die Anpassungsformen der Kalkalgen. Paläobiologica 1, S. 211-224, Wien u. Leipzig.
- 1928 b: Neue Arbeiten über fossile Kalkalgen aus den Familien der Dasycladaceae und Codiaceae (Sammelreferat). N. Jb. Min. etc. 1928, Abt. III, S. 227-240.
- 1930: Grundbegriffe der Stratigraphie mit ausführlicher Anwendung auf die europäische Mitteltrias. Leipzig u. Wien.
- 1931: Die Dasycladaceen der germanischen Trias. Ann. Naturhist. Mus. Wien 45, S. 265-279.
- 1933: Die rezenten Kalksteine. Zschr. f. Krist. Min. u. Petr., Abt. B, Erg.-Bd. 1, Leipzig.
- 1934: Die Kalkbildung durch Pflanzen. Beih. z. bot. Zentralbl. 52, Abt. A, S. 1-73.
- 1935: Die Diploporen der anisischen Stufe Bosniens. Ann. géol. de la Penins. Balkanique 12, Heft 2, S. 190-246, Belgrad.
- 1936: Algen als Leitfossilien. Problems of Paleont. 1, S. 11-34, Moskau.
- 1937: Sammelbericht über fossile Algen. Dasycladaceae 1928 bis 1936, mit Nachträgen aus früheren Jahren. N. Jb. Min. etc. 1937, Abt. III, S. 985-1028.
- 1940: Die gesteinsbildenden Algen des Höllengebirges. Jahrb. Ver. f. Landeskunde Oberdonau Bd. 89, S. 239-266, Linz.
- 1941 a: Kalkalgen der Adria und ihre fossilen Verwandten. Natur u. Volk 71, S. 39-49, Frankfurt.

- 1941 b: Einige geologische Ergebnisse der Untersuchung fossiler Kalkalgen. Natur u. Volk 71, S. 84-90, Frankfurt.
- 1942: Übersicht über die fossilen Kalkalgen und die geologischen Ergebnisse ihrer Untersuchung. Mitt. d. alpenl. geol. Ver. 33 (1940), S. 11-34, Wien.
- 1943: Geologische Untersuchungen in der Salmgruppe. Ann. Naturh. Mus. Wien 53 (1942), Heft I, S. 5-155.

REIS, O.M., Die Fauna des Wettersteinkalkes, Teil III. Geogn. Jahresh. 39, S. 87-138, 1926.

SALOMON, W., Geologische und palaeontologische Studien über die Marmolata. Palaeontographica 42, S. 1-210, T. I, Sttg. 1895.

SCHAFHÄUTL, K.E., Beiträge zur näheren Kenntnis der Bayern'schen Voralpen. N. Jb. Min. etc. 1853, S. 299 (Zit. n. PIA 1920).

SCHUSSNIG, B., Zur Entwicklungsgeschichte der Siphoneen. Ber. deutsch. botan. Ges. 47, S. 266-274, Berlin 1929.

- - Phylogenie der Fortpflanzung bei den Siphoneen. Zschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre 54, S. 260-263, Berlin 1930.

STEINMANN, G., Zur Kenntnis fossiler Kalkalgen (Siphoneen). N. Jb. Min. etc. 1880, Bd. II, S. 130-140, T. 5, Sttg. 1880.

STOPPANI, A., Studii geologici e palaeontologici sulla Lombardia. Milano 1857 (Zit. n. PIA 1920).

TRUSHEIM, F., Die Mittenwalder Karwendelmulde. Wiss. Veröff. d. Dtsch. u. Oesterr. Alpenver., Heft 7, Innsbruck 1930.

ZIMMERMANN, W., Die Phylogenie der Pflanzen. 2. Aufl. Sttg. 1959.

Karten.

Karte des Karwendelgebirges. Westl. u. mittl. Blatt. 1:25000, hrsg. v. Dtsch. u. Oesterr. Alpenverein 1933.

Geologische Karte d. Oest.-Ung. Monarchie, Blatt Innsbruck-Achensee 1:75000, 1912.

Kaisergebirge 1:25000, hrsg. v. Dtsch. Alpenver. u. v. Österr. Alpenver. 1961.

Tafelerklärungen.

Abb. 1 Diplopora annulata, ausgewitterte Exemplare. Auf Höhe von Ziffer 3 aufgebrochene Schale mit Steinkern. Auf dem Steinkern die Ringwülste der Stammzelle sichtbar.

Abb. 2 Ödkarspitze (2743 m) Nordwand. Gut gebankter, algenführender Wettersteinkalk. Wandhöhe 770 m.

Abb. 3 Tangentialschliff eines Gliedes von Diplopora annulata. 3 oder 4 Poren sind zu einem Büschel gruppiert. 16:1.

Abb. 4 Diplopora annulata, Wandfragment. Phloiphorer und vesiculiferer Ast nebeneinander. 16:1.

Abb. 5 Diplopora annulata, halber Querschliff. Schwach phloiphore Poren innerhalb der Kalkschale endigend, z. T. nach außen vorgespitzte Kalkkegel bildend. 16:1.

Abb. 6 Diplopora annulata, Wandhälfte eines Gliedes. Der im Schnitt spornförmige Kalkfortsatz bildet eine konische Verjüngung, mit der das Ringglied im nächstunteren steckt. Eine solche Ausbildung der Ringglieder ist bei Zwergformen häufig. - Äste ganz schwach nach außen erweitert, blind endend. 16:1.

Abb. 7 Diplopora annulata, Wand längs. Schlank durchgehende Äste. Nur 2 eines Büschels sichtbar (vgl. Abb. 6, 9). 16:1.

Abb. 8 Diplopora annulata, Wand. Links = Außenseite. Die Gliederfurchen erreichen nicht den Zentralraum. 16:1.

Abb. 9 Diplopora annulata. Trichophore, verjüngte Äste. 16:1.

Abb. 10 Diplopora annulata. Schräger Längsschnitt durch ein ungegliedertes pnloiphores Exemplar. 6,5:1.

Abb. 11 Diplopora annulata. Längsschnitt durch ein gegliedertes trichophores Exemplar. Die Höhe der Ringglieder ist nicht konstant. 3,5:1.

Abb. 12 Diplopora annulata. Tangentialschliff an einem ungegliederten trichophoren Exemplar. Die Astbüschel sind deutlich in Wirteln angeordnet. 4:1.

Abb. 13 Diplopora annulata, medianer Längsschnitt. Unterer Teil mit trichophoren, Scheitelregion mit phloiphoren Ästen. 6:1.

Die angegebene Vergrößerung verkleinert sich durch den Fotodruck um den Faktor 2.

Abb. 14 Schliff durch algenreichen Wettersteinkalk. 2:1. Diplopora annulata: 1d schräger Querschnitt, 2b dickwandiger Querschnitt, 3a Querschnitt, 5c Längsschnitt; Teutloporella maxima: 1a+b schräger Längsschnitt, 2 a+b und 4c+d Wandstücke, 3b Querschnitt. 2d = trichterförmiges Bruchstück von Teutloporella peniculiformis. Ferner: Kalzitische Umrindungen der Fossilien, Bruchstücke von Diplopora annulata.

Abb. 15 Ausgewitterte Diplopora annulata. Erkl. s. Text, Rekonstruktion S. 21.

Abb. 16 Diplopora annulata. Scheitel einer Zwergform mit Kalkspitzen (verkalkte trichophore Äste). 16:1.

Abb. 17 Feinschichten mit Algengereibsel. Karschutt. 1:2.

Abb. 18 Großoolith. Karschutt. 1:5,5.

Abb. 19 Diplopora annulata, gegliederte Zwergform längs. Die Verkalkung folgt den nicht sichtbaren, aber sicher trichophoren Ästen nach außen. 16:1.

Abb. 20, 21, 22, 23
Längsschnitte der Teutloporella peniculiformis. 6:1.

Abb. 24 Teutloporella peniculiformis, Querschnitt. Auffallend kleines Lumen der Stammzelle. 7:1.

Abb. 25 Teutloporella herculea, Querschnitte. Speckkarspitze. 4,5:1.

Abb. 26 Teutloporella maxima, Wandstück m. trichophoren Ästen. 16:1.

Abb. 27 Teutloporella maxima. Ausgewitterte Exemplare.

Abb. 28 Teutloporella maxima, schräg geöffneter Scheitel. 6,5:1.

Abb. 29 Teutloporella maxima, Schrägschnitt. 4:1.

Poikiloporella duplicata (Zahmer Kaiser)
(Abb. 30 - 43)

Abb. 30 Halber Querschnitt mit hantelförmigen Ästen. 40:1.

Abb. 31 Linker Querschnitt mit Innenskelett - Hohlraum der basalen Porenblasen - Kalkring mit distalen Endblasen. Rechter Querschnitt mit spielkegelförmigen Ästen. 13:1.

Abb. 32 Schwach verkalkter Querschnitt, "Griphoporella"-Erhaltung.

Abb. 33 Querschnitt 43:1. Innenskelett mit hantelförmigen Ästen.

Abb. 34 "Gyroporella"-Erhaltung ohne Innenskelett. Vorgewölbte Endblasen. 18:1.

Abb. 35 Schräger Längsschnitt, spielkegelförmige Äste. 11:1.

Abb. 36 Längsschnitt. Innenskelett. Astwirtel senkrecht abstehend. Die basalen Bläschen stehen so dicht, daß kein Kalk zwischen ihnen abgesetzt wurde. Im oberen Teil liefert der Schliff eine Tangentialansicht im Schrägschnitt: Die Poren erscheinen zuerst dick (basale Blasen), dann dünn (Halskanäle), dann wieder dick (Endblasen). Auffallend ist ein Außenbewuchs (von Bryozoen?), der schräg ansitzt. Rechts ein Querschnitt mit Innenskelett und ein Wandfragment in "Gyroporella"-Erhaltung. 7:1.

Abb. 37 Längsschnitt mit Innenskelett und Astwirteln. 13:1.

Abb. 38 Ausschnitt aus Abb. 43. 43:1.

Abb. 39 Querschnitt. Leicht distal erweiterte Poren, die trichophore Oligoporella-Poren vortäuschen, wenn sie die Schale durchbrechen. 15:1.

Abb. 40 Schräger Längsschnitt, scheinbar mit Oligoporella-Poren. 12:1.

Abb. 41 Querschnitt. Oligoporella-Poren. Zwergexemplar. 43:1.

Abb. 42 Querschnitt mit sackförmigen Poren (Einzelfall). 43:1.

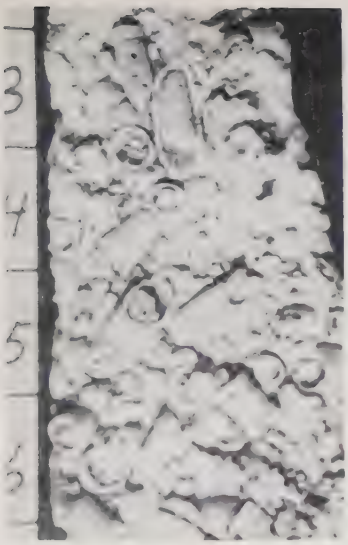
Abb. 43 Schräger Längsschnitt mit Innenskelett, dicht stehenden Basalblasen und kleineren Endblasen. 13:1.

Abb. 44 Porenformen von Diplopora annulata. Nach Schliffen gezeichnet. Links jeweils Außenseite. 7:1.

Abb. 45 Diplopora annulata, Kalkskelett einer trichophoren, gegliederten Form. 6:1. Text S. 20.

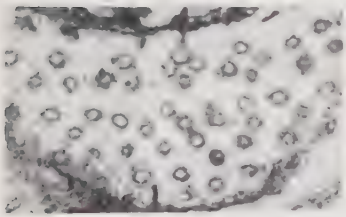
Abb. 46 Diplopora annulata, vesiculifere Form. 6:1. Text S. 21.

Abb. 47 Poikiloporella duplicata. Kalkskelett. 25:1. Text S. 36.

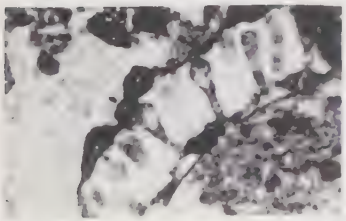


1

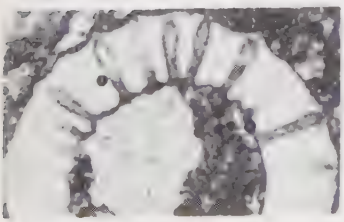
2



3

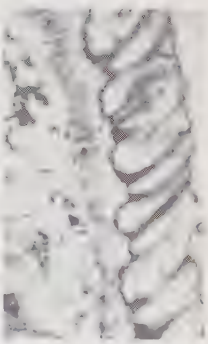


4

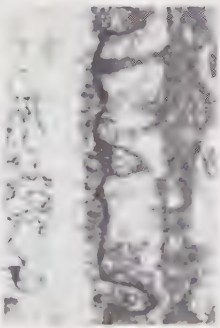


5

6

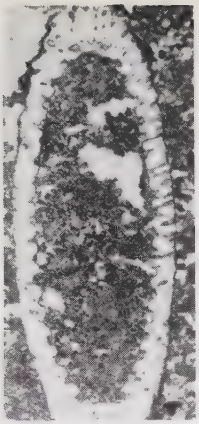


7

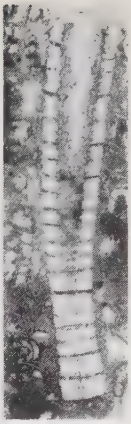


8

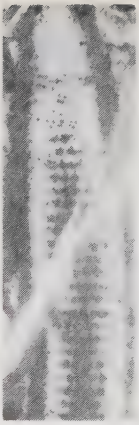
9



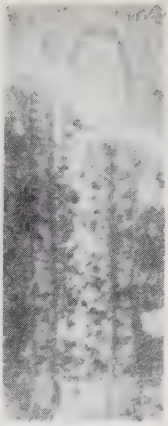
10



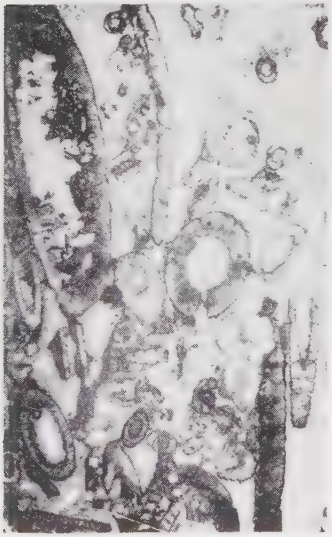
11



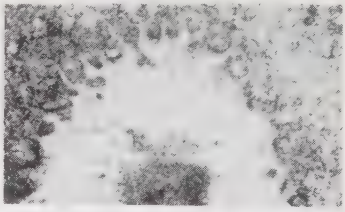
12



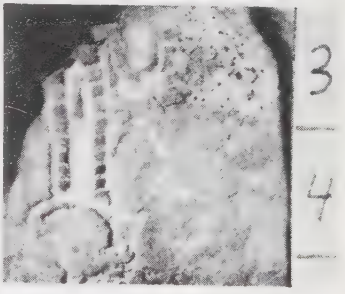
13



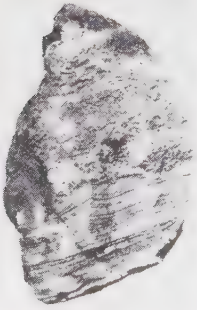
1 ' 2 ' 3 ' 4 ' 5 14



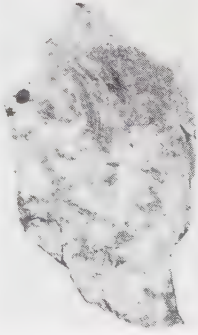
16



15



17



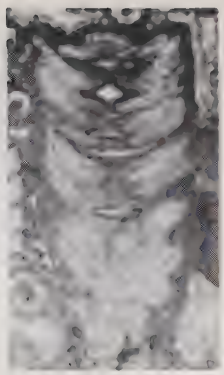
18

19

20

21

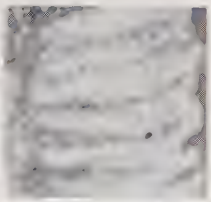
22



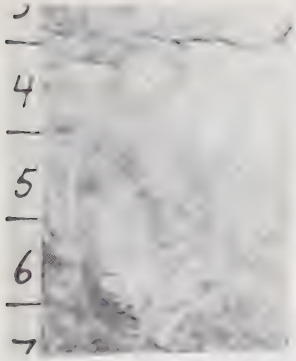
23

24

25



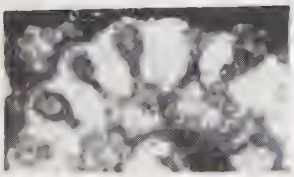
26



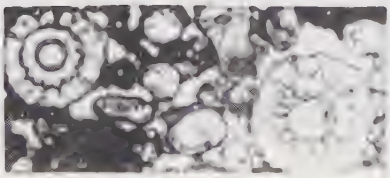
27

28

29

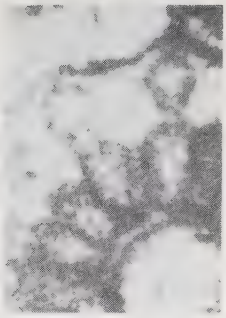


30

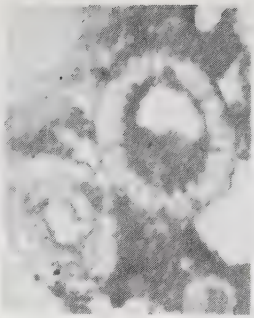


31

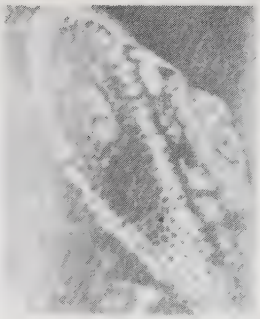
32



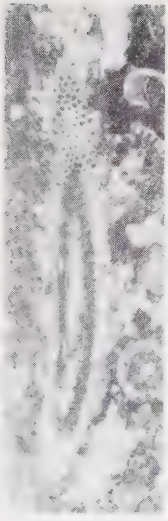
33



34

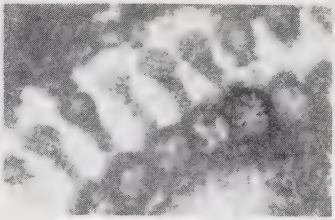


35

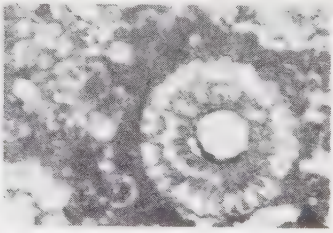


36

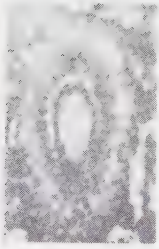
37



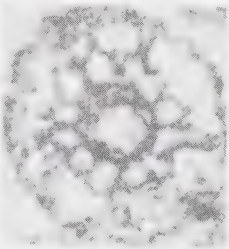
38



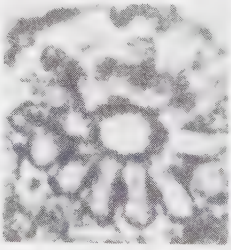
39



40



41



42

43

44

45

46

47

Lebenslauf.

Ich, Ernst Herbert Ott, römisch-katholischer Konfession, wurde am 31. 3. 1936 in Rosenheim/Obb. als zweiter von zwei Söhnen des Buchhalters Heinrich Ott und seiner Ehefrau Maria, geb. Meishammer geboren.

Nach vierjährigem Besuch der Volksschule meines Heimatortes Schloßberg über Rosenheim trat ich 1946 in die Staatliche Oberrealschule für Jungen in Rosenheim ein. An dieser Anstalt erwarb ich im Juni 1954 das Reifezeugnis.

Vom Wintersemester 1954/55 bis zum Wintersemester 1959/60 studierte ich an der Universität München Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Geographie). Mit dem Wintersemester 1960/61 siedelte ich mit Professor Dr. K. MÄGDEFRAU zur Fertigstellung meiner Dissertation an die Universität Tübingen über.

Meine verehrten akademischen Lehrer waren in Chemie Professor Dr. E. WIBERG, Professor Dr. F. WILLE, Professor Dr. R. HUISGEN und Professor Dr. W. RÜDORFF, in Paläontologie Professor Dr. R. DEHM, in Zoologie Professor Dr. K. v. FRISCH, Professor Dr. W. JACOBS und Professor Dr. F. P. MÖHRES, in Botanik Professor Dr. L. BRAUNER und Professor Dr. K. MÄGDEFRAU, unter dessen Anleitung meine Dissertation entstand.